



日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月28日
Date of Application:

出願番号 特願2003-092934
Application Number:

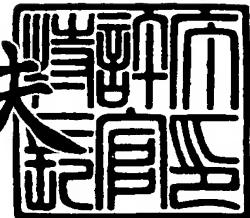
[ST. 10/C] : [JP2003-092934]

出願人 セイコーエプソン株式会社
Applicant(s):

2004年 2月20日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 15P114
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 B41J 2/01
【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 新川 修

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 坂上 裕介

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100091292

【弁理士】

【氏名又は名称】 増田 達哉

【電話番号】 3595-3251

【選任した代理人】

【識別番号】 100091627

【弁理士】

【氏名又は名称】 朝比 一夫

【電話番号】 3595-3251

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007593

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0015134

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液滴吐出装置及び液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 振動板と、前記振動板を変位させるアクチュエータと、内部に液体が充填され、前記振動板の変位により、該内部の圧力が増減されるキャビティと、前記キャビティに連通し、前記キャビティ内の圧力の増減により前記液体を液滴として吐出するノズルとを有する複数の液滴吐出ヘッドと、

前記アクチュエータを駆動する駆動回路と、

前記複数の液滴吐出ヘッドのうちいずれの液滴吐出ヘッドのノズルから液滴を吐出するかを選択する吐出選択手段と、

前記振動板の残留振動を検出し、該検出された前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、液滴の吐出異常を検出する吐出異常検出手段と、

前記アクチュエータの駆動による液滴の吐出動作後、前記アクチュエータとの接続を前記駆動回路から前記吐出異常検出手段に切り替える切替手段と、

を備えることを特徴とする液滴吐出装置。

【請求項 2】 振動板と、前記振動板を変位させるアクチュエータと、内部に液体が充填され、前記振動板の変位により、該内部の圧力が増減されるキャビティと、前記キャビティに連通し、前記キャビティ内の圧力の増減により前記液体を液滴として吐出するノズルとを有する複数の液滴吐出ヘッドと、

前記アクチュエータを駆動する駆動回路と、

前記複数の液滴吐出ヘッドのうちいずれの液滴吐出ヘッドのノズルから液滴を吐出するかを選択する吐出選択手段と、

前記吐出選択手段によって選択された前記液滴吐出ヘッドに対応して、前記振動板の残留振動を検出し、該検出された前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、液滴の吐出異常を検出する複数の吐出異常検出手段と、

前記アクチュエータの駆動による液滴の吐出動作後、前記アクチュエータとの接続を前記駆動回路から前記複数の吐出異常検出手段のうち前記アクチュエータに対応する前記吐出異常検出手段にそれぞれ切り替える複数の切替手段と、

を備えることを特徴とする液滴吐出装置。

【請求項3】 前記切替手段は、所定の切替信号の入力に基づいて、切替動作を実行する請求項1又は2に記載の液滴吐出装置。

【請求項4】 前記吐出選択手段によって選択された液滴吐出ヘッドに対応する前記切替手段を切替動作するよう制御する切替制御手段を更に備える請求項3に記載の液滴吐出装置。

【請求項5】 前記切替制御手段は、前記複数の切替手段に対応して、前記吐出選択手段とそれぞれの切替手段との間に配置される複数の論理積回路から構成される請求項4に記載の液滴吐出装置。

【請求項6】 振動板と、前記振動板を変位させるアクチュエータと、内部に液体が充填され、前記振動板の変位により、該内部の圧力が増減されるキャビティと、前記キャビティに連通し、前記キャビティ内の圧力の増減により前記液体を液滴として吐出するノズルとを有する複数の液滴吐出ヘッドと、

前記アクチュエータを駆動する駆動回路と、

前記複数の液滴吐出ヘッドのうちいずれの液滴吐出ヘッドのノズルから液滴を吐出するかを選択する吐出選択手段と、

前記振動板の残留振動を検出し、該検出された前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、液滴の吐出異常を検出する吐出異常検出手段と、

前記吐出異常検出手段が前記複数のノズルのいずれのノズルに対して液滴の吐出異常を検出するかを決定する検出決定手段と、

前記検出決定手段によって決定された前記液滴吐出ヘッドのノズルに対応する前記アクチュエータの駆動による液滴の吐出動作後、前記アクチュエータとの接続を前記駆動回路から前記吐出異常検出手段に切り替える、前記液滴吐出ヘッドにそれぞれ対応する複数の切替手段と、

を備えることを特徴とする液滴吐出装置。

【請求項7】 前記検出決定手段は、前記複数の液滴吐出ヘッドのいずれに対応する前記切替手段を切替動作するかを選択する切替選択手段と、前記切替選択手段及び前記吐出選択手段によって選択された液滴吐出ヘッドに対応する前記切替手段を切替動作するよう制御する切替制御手段とを含み、前記検出決定手段によって決定された液滴吐出ヘッドに対応する前記切替手段が前記切替制御手段

によって切替動作されたとき、前記吐出異常検出手段が対応する液滴吐出ヘッドの吐出異常を検出する請求項6に記載の液滴吐出装置。

【請求項8】 前記吐出異常検出手段は、検出対象となる前記ノズルのフラッシング処理における液滴吐出動作時あるいは印字動作における液滴吐出動作時のいずれかのタイミングで液滴の吐出異常を検出する請求項1乃至7のいずれかに記載の液滴吐出装置。

【請求項9】 前記吐出異常検出手段は、前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、前記液滴吐出ヘッドの液滴の吐出異常の有無を判定する判定手段を含む請求項1乃至8のいずれかに記載の液滴吐出装置。

【請求項10】 前記判定手段は、前記液滴吐出ヘッドの液滴の吐出異常があると判定した際、その吐出異常の原因を判定する請求項9に記載の液滴吐出装置。

【請求項11】 前記振動板の残留振動の振動パターンは、前記残留振動の周期を含む請求項10に記載の液滴吐出装置。

【請求項12】 前記判定手段は、前記振動板の残留振動の周期が所定の範囲の周期よりも短いときには、前記キャビティ内に気泡が混入したものと判定し、前記振動板の残留振動の周期が所定の閾値よりも長いときには、前記ノズル付近の液体が乾燥により増粘したものと判定し、前記振動板の残留振動の周期が前記所定の範囲の周期よりも長く、前記所定の閾値よりも短いときには、前記ノズルの出口付近に紙粉が付着したものと判定する請求項10に記載の液滴吐出装置。

【請求項13】 前記判定手段によって判定された判定結果を記憶する記憶手段を更に備える請求項9乃至12のいずれかに記載の液滴吐出装置。

【請求項14】 前記吐出異常検出手段は、発振回路を備え、前記振動板の残留振動によって変化する前記アクチュエータの静電容量成分に基づいて、該発振回路が発振する請求項1乃至13のいずれかに記載の液滴吐出装置。

【請求項15】 前記発振回路は、前記アクチュエータの静電容量成分と、前記アクチュエータに接続される抵抗素子の抵抗成分とによるC R発振回路を構成する請求項14に記載の液滴吐出装置。

【請求項16】 前記吐出異常検出手段は、前記発振回路の出力信号における発振周波数の変化に基づいて生成される所定の信号群により、前記振動板の残留振動の電圧波形を生成するF／V変換回路を含む請求項14又は15に記載の液滴吐出装置。

【請求項17】 前記吐出異常検出手段は、前記F／V変換回路によって生成された前記振動板の残留振動の電圧波形を所定の波形に整形する波形整形回路を含む請求項16に記載の液滴吐出装置。

【請求項18】 前記波形整形回路は、前記F／V変換回路によって生成された前記振動板の残留振動の電圧波形から直流成分を除去するDC成分除去手段と、このDC成分除去手段によって直流成分を除去された電圧波形と所定の電圧値とを比較する比較器とを含み、該比較器は、該電圧比較に基づいて、矩形波を生成して出力する請求項17に記載の液滴吐出装置。

【請求項19】 前記吐出異常検出手段は、前記波形整形回路によって生成された前記矩形波から前記振動板の残留振動の周期を計測する計測手段を含む請求項18に記載の液滴吐出装置。

【請求項20】 前記計測手段は、カウンタを有し、該カウンタが基準信号のパルスをカウントすることによって、前記矩形波の立ち上がりエッジ間あるいは立ち上がりエッジと立ち下がりエッジの間の時間を計測する請求項19に記載の液滴吐出装置。

【請求項21】 前記アクチュエータは、静電式アクチュエータである請求項1乃至20のいずれかに記載の液滴吐出装置。

【請求項22】 前記アクチュエータは、圧電素子のピエゾ効果を利用した圧電アクチュエータである請求項1乃至20のいずれかに記載の液滴吐出装置。

【請求項23】 前記液滴吐出装置は、インクジェットプリンタを含む請求項1乃至22のいずれかに記載の液滴吐出装置。

【請求項24】 振動板と、アクチュエータと、ノズルとを有する複数の液滴吐出ヘッドのうちいずれの液滴吐出ヘッドのノズルから液滴を吐出するかを選択し、選択された液滴吐出ヘッドのアクチュエータを駆動して前記振動板を振動することにより、前記ノズルから液滴を吐出する動作を行った後、前記アクチュ

エータを駆動する駆動回路から検出回路に切り替わり、この検出回路において、前記振動板の残留振動を検出し、検出された前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、液滴の吐出異常を検出することを特徴とする液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定方法。

【請求項25】 前記複数の液滴吐出ヘッドにそれぞれ対応して前記検出回路が複数備えられ、液滴の吐出動作後、前記アクチュエータの接続を前記駆動回路から該アクチュエータに対応する検出回路にそれぞれ切り替える請求項24に記載の液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定方法。

【請求項26】 前記選択された液滴吐出ヘッドに対してのみ前記駆動回路から前記検出回路への切替動作を実行する請求項25に記載の液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定方法。

【請求項27】 前記複数の液滴吐出ヘッドの任意の液滴吐出ヘッドを指定し、その指定された任意の液滴吐出ヘッドに対して前記切替動作を実行する請求項25又は26に記載の液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定方法。

【請求項28】 検出対象となる前記ノズルのフラッシング処理における液滴吐出動作時あるいは印字動作における液滴吐出動作時のいずれかのタイミングで液滴の吐出異常を検出する請求項24乃至27のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定方法。

【請求項29】 前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、前記液滴吐出ヘッドの液滴の吐出異常の有無を判定するとともに、前記液滴吐出ヘッドの液滴の吐出異常があると判定された際、その吐出異常の原因を判定する請求項24乃至28のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定方法。

【請求項30】 前記残留振動の振動パターンは残留振動の周期であり、この検出された残留振動の周期が所定の範囲の周期よりも短いときには、前記吐出異常の原因として前記液滴吐出ヘッドのキャビティ内に気泡が混入したものと判定し、この検出された残留振動の周期が所定の閾値よりも長いときには、前記吐出異常の原因として前記液滴吐出ヘッドのノズル付近の液体が乾燥により増粘したものと判定し、この検出された残留振動の周期が前記所定の範囲の周期よりも長く、前記所定の閾値よりも短いときには、前記吐出異常の原因として前記液滴

吐出ヘッドのノズルの出口付近に紙粉が付着したものと判定する請求項29に記載の液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定方法。

【請求項31】 前記判定において判定された判定結果を記憶部に記憶する請求項29又は30に記載の液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液滴吐出装置及び液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

液滴吐出装置の一つであるインクジェットプリンタは、複数のノズルからインク滴（液滴）を吐出して所定の用紙上に画像形成を行っている。インクジェットプリンタの印刷ヘッド（インクジェットヘッド）には、多数のノズルが設けられているが、インクの粘度の増加や、気泡の混入、塵や紙粉の付着等の原因によって、いくつかのノズルが目詰まりしてインク滴を吐出できない場合がある。ノズルが目詰まりするとプリントされた画像内にドット抜けが生じ、画質を劣化させる原因となっている。

【0003】

従来、このようなインク滴の吐出異常（以下、「ドット抜け」ともいう）を検出する方法として、インクジェットヘッドのノズルからインク滴が吐出されない状態（インク滴吐出異常状態）をインクジェットヘッドのノズル毎に光学的に検出する方法が考案されている（例えば、特許文献1など）。この方法により、ドット抜け（吐出異常）を発生しているノズルを特定することが可能となっている。

【0004】

しかしながら、上述の光学式のドット抜け（液滴吐出異常）検出方法では、光源及び光学センサを含む検出器が液滴吐出装置（例えば、インクジェットプリンタ）に取付けられている。この検出方法では、一般に、液滴吐出ヘッド（インク

ジェットヘッド) のノズルから吐出する液滴が光源と光学センサの間を通過し、光源と光学センサの間の光を遮断するように、光源及び光学センサを精密な精度で（高精度に）設定（設置）しなければならないという問題がある。また、このような検出器は通常高価であり、インクジェットプリンタの製造コストが増大してしまうという問題もある。さらに、ノズルからのインクミストや印刷用紙等の紙粉によって、光源の出力部や光学センサの検出部が汚れてしまい、検出器の信頼性が問題となる可能性もある。

【0005】

また、上述の光学式のドット抜け検出方法では、ノズルのドット抜け、すなわち、インク滴の吐出異常（不吐出）を検出することはできるが、その検出結果に基づいてドット抜け（吐出異常）の原因を特定（判定）することができず、ドット抜けの原因に対応する適切な回復処理を選択し、実行することが不可能であるという問題もある。そのため、例えば、ワイピング処理で回復可能な状態であるにもかかわらず、インクジェットヘッドからインクをポンプ吸引などすることにより、排インク（無駄なインク）が増加することや、適切な回復処理が行われないために複数の回復処理を実施することによって、インクジェットプリンタ（液滴吐出装置）のスループットを低下あるいは悪化させてしまう。

【0006】

ところで、通常、液滴吐出装置（インクジェットヘッド）は、複数のノズル及びそれに対応するアクチュエータを有しているが、このような複数のノズルを有する液滴吐出装置で、装置のスループットを低下あるいは悪化させることなく、液滴（インク滴）の吐出異常（不吐出）、すなわち、印刷（記録）動作時のドット抜けを検出することは困難である。

【0007】

【特許文献1】

特開平8-309963号公報

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、複数のノズルを有する液滴吐出ヘッド及び液滴吐出装置にお

いて、スループットを低下あるいは悪化させることなく、液滴吐出後におけるアクチュエータの振動板の静電容量の変化により、振動板の残留振動の周期を特定し、それによって、液滴吐出ヘッドの液滴吐出異常を検出するとともに、そのドット抜けの原因を特定することができる液滴吐出装置及び液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明の一実施形態において、本発明の液滴吐出装置は、

振動板と、前記振動板を変位させるアクチュエータと、内部に液体が充填され、前記振動板の変位により、該内部の圧力が増減されるキャビティと、前記キャビティに連通し、前記キャビティ内の圧力の増減により前記液体を液滴として吐出するノズルとを有する複数の液滴吐出ヘッドと、

前記アクチュエータを駆動する駆動回路と、

前記複数の液滴吐出ヘッドのうちいずれの液滴吐出ヘッドのノズルから液滴を吐出するかを選択する吐出選択手段と、

前記振動板の残留振動を検出し、該検出された前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、液滴の吐出異常を検出する吐出異常検出手段と、

前記アクチュエータの駆動による液滴の吐出動作後、前記アクチュエータとの接続を前記駆動回路から前記吐出異常検出手段に切り替える切替手段と、

を備えることを特徴とする。

本発明の一実施形態における液滴吐出装置によって、複数のノズルを有する液滴吐出ヘッドのそれぞれのノズルの吐出異常を検出・判定することができるとともに、そのような液滴吐出装置の回路構成をスケールダウンでき、その製造コストの増加を防止することができる。

【0010】

また、本発明の別の実施形態では、本発明の液滴吐出装置は、

振動板と、前記振動板を変位させるアクチュエータと、内部に液体が充填され、前記振動板の変位により、該内部の圧力が増減されるキャビティと、前記キャ

ビティに連通し、前記キャビティ内の圧力の増減により前記液体を液滴として吐出するノズルとを有する複数の液滴吐出ヘッドと、

前記アクチュエータを駆動する駆動回路と、

前記複数の液滴吐出ヘッドのうちいずれの液滴吐出ヘッドのノズルから液滴を吐出するかを選択する吐出選択手段と、

前記吐出選択手段によって選択された前記液滴吐出ヘッドに対応して、前記振動板の残留振動を検出し、該検出された前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、液滴の吐出異常を検出する複数の吐出異常検出手段と、

前記アクチュエータの駆動による液滴の吐出動作後、前記アクチュエータとの接続を前記駆動回路から前記複数の吐出異常検出手段のうち前記アクチュエータに対応する前記吐出異常検出手段にそれぞれ切り替える複数の切替手段と、

を備えることを特徴とする。

本発明の別の実施形態における液滴吐出装置によって、複数のノズルを有する液滴吐出ヘッドのそれぞれのノズルに対する吐出異常の検出・判定処理を一度に実行することができるので、短時間にすべてあるいは任意のノズルに対する吐出異常の検出・判定を行うことができる。

【0011】

ここで、本発明の液滴吐出装置では、好ましくは、前記切替手段は、所定の切替信号（例えば、駆動／検出切替信号）の入力に基づいて、切替動作を実行する。また、この場合、本発明の液滴吐出装置は、前記吐出選択手段によって選択された液滴吐出ヘッドに対応する前記切替手段を切替動作するよう制御する切替制御手段を更に備えてもよい。好ましくは、前記切替制御手段は、前記複数の切替手段に対応して、前記吐出選択手段とそれぞれの切替手段との間に配置される複数の論理積回路から構成される。これにより、切替信号の入力されない切替手段は切替動作を行わず、それによって、対応する吐出異常検出手段は検出・判定処理を実行しないので、無駄な吐出異常の検出・判定処理を回避することができる。

【0012】

本発明のさらに別の実施形態では、本発明の液滴吐出装置は、

振動板と、前記振動板を変位させるアクチュエータと、内部に液体が充填され、前記振動板の変位により、該内部の圧力が増減されるキャビティと、前記キャビティに連通し、前記キャビティ内の圧力の増減により前記液体を液滴として吐出するノズルとを有する複数の液滴吐出ヘッドと、

前記アクチュエータを駆動する駆動回路と、

前記複数の液滴吐出ヘッドのうちいずれの液滴吐出ヘッドのノズルから液滴を吐出するかを選択する吐出選択手段と、

前記振動板の残留振動を検出し、該検出された前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、液滴の吐出異常を検出する吐出異常検出手段と、

前記吐出異常検出手段が前記複数のノズルのいずれのノズルに対して液滴の吐出異常を検出するかを決定する検出決定手段と、

前記検出決定手段によって決定された前記液滴吐出ヘッドのノズルに対応する前記アクチュエータの駆動による液滴の吐出動作後、前記アクチュエータとの接続を前記駆動回路から前記吐出異常検出手段に切り替える、前記液滴吐出ヘッドにそれぞれ対応する複数の切替手段と、

を備える。

【0013】

本実施形態における液滴吐出装置によって、上記他の実施形態における液滴吐出装置に対し、より効率的に吐出異常の検出・判定を行うことができる。また、複数の吐出異常検出手段を備える液滴吐出装置に対し、本実施形態の液滴吐出装置は、1つの吐出異常検出手段を備えていればよいので、その回路構成をスケールダウンすることができるとともに、その製造コストの増加を防止することができる。

【0014】

ここで、本実施形態において、前記検出決定手段は、前記複数の液滴吐出ヘッドのいずれに対応する前記切替手段を切替動作するかを選択する切替選択手段と、前記切替選択手段及び前記吐出選択手段によって選択された液滴吐出ヘッドに対応する前記切替手段を切替動作するよう制御する切替制御手段とを含み、前記検出決定手段によって決定された液滴吐出ヘッドに対応する前記切替手段が前記

切替制御手段によって切替動作されたとき、前記吐出異常検出手段が対応する液滴吐出ヘッドの吐出異常を検出してもよい。

【0015】

また、好ましくは、上記いずれの実施形態における液滴吐出装置においても、前記吐出異常検出手段は、検出対象となる前記ノズルのフラッシング処理における液滴吐出動作時あるいは印字動作における液滴吐出動作時のいずれかのタイミングで液滴の吐出の異常を検出する。このように、本発明の液滴吐出装置は、印刷（記録）動作、すなわち、印字動作における液滴吐出動作時にも液滴の吐出異常を検出することができるので、液滴吐出装置のスループットを低下あるいは悪化させることができない。

ここで、前記振動板の残留振動とは、前記アクチュエータが前記駆動回路の駆動信号（電圧信号）により液滴吐出動作を行った後、次の駆動信号が入力されて再び液滴吐出動作を実行するまでの間に、この液滴吐出動作により前記振動板が減衰しながら振動を続けている状態をいう。

【0016】

また、好ましくは、前記吐出異常検出手段は、前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、前記液滴吐出ヘッドの液滴の吐出異常の有無を判定する判定手段を含む。そして、好ましくは、前記判定手段は、前記液滴吐出ヘッドの液滴の吐出異常があると判定した際、その吐出異常の原因を判定する。ここで、前記振動板の残留振動の振動パターンは、前記残留振動の周期を含んでもよい。これにより、光学式検出装置など従来のドット抜け検出を行うことができる装置では、判定不可能である液滴の吐出異常の原因を判定することができ、それによって、必要に応じ、その原因に対し適切な回復処理を選択し、実行することができる。

【0017】

ここで、好ましくは、前記判定手段は、前記振動板の残留振動の周期が所定の範囲の周期よりも短いときには、前記キャビティ内に気泡が混入したものと判定し、前記振動板の残留振動の周期が所定の閾値よりも長いときには、前記ノズル付近の液滴が乾燥により増粘したものと判定する。また、好ましくは、前記判定

手段は、前記振動板の残留振動の周期が前記所定の範囲の周期よりも長く、前記所定の閾値よりも短いときには、前記ノズルの出口付近に紙粉が付着したものと判定する。なお、本発明において、「紙粉」とは、単に記録用紙などから発生した紙粉のみに限らず、例えば、紙送りローラ（給紙ローラ）などのゴムの切れ端や、空気中に浮遊するごみなどを含むノズル付近に付着して液滴吐出の妨げとなるすべてのものをいう。

【0018】

なお、本発明の液滴吐出装置は、前記判定手段によって判定された判定結果を記憶する記憶手段をさらに備えてもよい。これにより、記憶された判定結果に基づいて、例えば、印字動作の終了後など適切なときに適切な回復処理を実行することができる。

また、好ましくは、前記吐出異常検出手段は、発振回路を備え、前記振動板の残留振動によって変化する前記アクチュエータの静電容量成分に基づいて、該発振回路が発振する。そして、前記発振回路は、前記アクチュエータの静電容量成分と、前記アクチュエータに接続される抵抗素子の抵抗成分とによるC R発振回路を構成してもよい。このように、本発明の液滴吐出装置は、振動板の残留振動波形（残留振動の電圧波形）をアクチュエータの静電容量成分の時系列的な微小変化（発振周期の変化）として検出しているので、アクチュエータに圧電素子を用いた場合には、その起電圧の大小に依存することなく、振動板の残留振動波形を正確に検出することができる。

【0019】

ここで、好ましくは、前記発振回路の発振周波数は、前記振動板の残留振動の振動周波数よりもおよそ1桁以上高い周波数になるよう構成される。このように、発振回路の発振周波数を、振動板の残留振動の振動周波数の数十倍程度の周波数に設定することによって、この振動板の残留振動をより正確に検出することができ、それによって、液滴の吐出異常をより正確に検出することができる。

【0020】

また、好ましくは、前記吐出異常検出手段は、前記発振回路の出力信号における発振周波数の変化に基づいて生成される所定の信号群により、前記振動板の残

留振動の電圧波形を生成するF／V変換回路を含む。このように、F／V変換回路を用いて電圧波形を生成することにより、アクチュエータの駆動に影響を与えることなく、残留振動波形を検出する際、その検出感度を大きく設定することができる。

【0021】

さらに、好ましくは、前記吐出異常検出手段は、前記F／V変換回路によって生成された前記振動板の残留振動の電圧波形を所定の波形に整形する波形整形回路を含む。そして、好ましくは、この波形整形回路は、前記F／V変換回路によって生成された前記振動板の残留振動の電圧波形から直流成分を除去するDC成分除去手段と、このDC成分除去手段によって直流成分を除去された電圧波形と所定の電圧値とを比較する比較器とを含み、該比較器は、該電圧比較に基づいて、矩形波を生成して出力する。

【0022】

また、好ましくは、前記吐出異常検出手段は、前記波形整形回路によって生成された前記矩形波から前記振動板の残留振動の周期を計測する計測手段を含む。さらに、前記計測手段は、カウンタを有し、該カウンタが基準信号のパルスをカウントすることによって、前記矩形波の立ち上がりエッジ間あるいは立ち上がりエッジと立ち下がりエッジの間の時間を計測してもよい。このようにカウンタを用いて矩形波の周期を計測することにより、振動板の残留振動の周期をより簡単に、そしてより正確に検出することができる。

【0023】

なお、前記アクチュエータは、静電式アクチュエータであってもよく、圧電素子のピエゾ効果を利用した圧電アクチュエータであってもよい。本発明の液滴吐出装置は、上記のようなコンデンサからなる静電アクチュエータのみならず、圧電アクチュエータも用いることができるので、既存のほとんどの液滴吐出装置に本発明を適用することができる。また、好ましくは、本発明の液滴吐出装置は、インクジェットプリンタを含む。

【0024】

また、本発明の液滴吐出装置は、

振動板と、前記振動板を変位させるアクチュエータと、内部に液体が充填され、前記振動板の変位により、該内部の圧力が増減されるキャビティと、前記キャビティに連通し、前記キャビティ内の圧力の増減により前記液体を液滴として吐出するノズルとを複数有する液滴吐出ヘッドと、

前記アクチュエータを駆動する駆動回路と、

前記液滴吐出ヘッドのうちいずれのノズルから液滴を吐出するかを選択する吐出選択手段と、

前記振動板の残留振動を検出し、該検出された前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、液滴の吐出異常を検出する吐出異常検出手段と、

前記アクチュエータとの接続を前記駆動回路または前記吐出異常検出手段に切り替える切替手段と、

前記吐出選択手段を制御する制御手段と、

を備えることを特徴とする。

【0025】

ここで、好ましくは、前記制御手段は、液滴吐出または液滴の吐出異常検出を行う前記液滴吐出ヘッドのノズルを選択するデータと、前記駆動回路の状態に応じて前記切替手段の切り替え動作を制御する駆動/検出切替信号とに基づいて、前記吐出選択手段を制御する。

また、好ましくは、前記制御手段は、吐出動作を行う場合は、前記アクチュエータと前記駆動回路とを接続し、液滴の吐出異常を検出する場合は、前記駆動回路から出力される駆動信号により前記振動板に変位動作を発生させた後、前記アクチュエータとの接続を前記駆動回路から前記吐出異常検出手段に切り替える事を特徴とする。

【0026】

好ましくは、前記切替手段が前記アクチュエータを前記吐出異常検出手段に接続している期間は、前記駆動信号と前記駆動信号の間、すなわち、駆動休止期間内である。

また、好ましくは、前記吐出異常検出手段は、前記吐出選択手段によって選択されたノズルに対して前記吐出異常を検出する。この場合、前記吐出選択手段に

よって選択されるノズルは、液滴吐出ヘッドの1ノズル毎走査して液滴吐出ヘッドの前記吐出異常を検出してもよい。

【0027】

ここで、本発明の液滴吐出装置は、複数のノズルにそれぞれ対応する前記吐出異常検出手段と、前記切替手段とが複数設けられていてもよい。この場合、好ましくは、前記吐出選択手段によって液滴吐出ヘッドのすべてのノズルを選択し、すべてのノズルに対して同時に前記吐出異常を検出する。その代わりに、本発明の液滴吐出装置は、前記吐出選択手段によって選択された複数のノズルに同期した複数の前記切替手段を選択し、前記駆動／検出切替信号を入力する切替制御手段を更に備え、前記吐出選択手段によって選択された複数のノズルに対して前記吐出異常を同時に検出するよう構成されてもよい。

【0028】

また、好ましくは、複数のノズルにそれぞれ対応する複数の切替手段と、前記切替手段を任意に選択し、前記駆動／検出切替信号を入力する切替選択手段とを設けてもよい。

前記切替選択手段は、前記制御手段から出力される走査信号に基づいて、複数ある前記切替手段を巡回するように、前記切替手段を1素子ずつ選択するよう構成されてもよい。また、好ましくは、前記切替選択手段は、前記吐出選択手段によって選択されるノズルのタイミングに同期して実行される。

【0029】

好ましくは、前記切替選択手段の出力を前記切替制御手段に入力し、前記切替選択手段の選択結果と前記切替制御手段の選択結果との論理積に基づいて、前記切替手段に前記駆動／検出切替信号を入力し、該切替手段に対応する前記吐出異常検出手段が前記吐出異常を検出するよう構成されてもよい。

さらに、好ましくは、前記吐出異常検出手段は、検出対象となる前記ノズルのフラッシング処理における液滴吐出動作時あるいは印字動作における液滴吐出動作時のいずれかのタイミングで前記吐出異常を検出するよう構成される。

【0030】

また、本発明の別の態様において、本発明の液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・

判定方法は、振動板と、アクチュエータと、ノズルとを有する複数の液滴吐出ヘッドのうちいずれの液滴吐出ヘッドのノズルから液滴を吐出するかを選択し、選択された液滴吐出ヘッドのアクチュエータを駆動して前記振動板を振動することにより、前記ノズルから液滴を吐出する動作を行った後、前記アクチュエータを駆動する駆動回路から検出回路に切り替わり、この検出回路において、前記振動板の残留振動を検出し、検出された前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、液滴の吐出異常を検出することを特徴とする。

【0031】

ここで、好ましくは、前記複数の液滴吐出ヘッドにそれぞれ対応して前記検出回路が複数備えられ、液滴の吐出動作後、前記アクチュエータの接続を前記駆動回路から該アクチュエータに対応する検出回路にそれぞれ切り替える。この場合、前記選択された液滴吐出ヘッドに対してのみ前記駆動回路から前記検出回路への切替動作を実行してもよい。

【0032】

また、好ましくは、前記複数の液滴吐出ヘッドの任意の液滴吐出ヘッドを指定し、その指定された任意の液滴吐出ヘッドに対して前記切替動作を実行する。そして、好ましくは、検出対象となる前記ノズルのフラッシング処理における液滴吐出動作時あるいは印字動作における液滴吐出動作時のいずれかのタイミングで液滴の吐出異常を検出する。

【0033】

さらに、好ましくは、前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、前記液滴吐出ヘッドの液滴の吐出異常の有無を判定するとともに、前記液滴吐出ヘッドの液滴の吐出異常があると判定された際、その吐出異常の原因を判定する。

ここで、好ましくは、前記残留振動の振動パターンは残留振動の周期であり、この検出された残留振動の周期が所定の範囲の周期よりも短いときには、前記吐出異常の原因として前記液滴吐出ヘッドのキャビティ内に気泡が混入したものと判定し、この検出された残留振動の周期が所定の閾値よりも長いときには、前記吐出異常の原因として前記液滴吐出ヘッドのノズル付近の液体が乾燥により増粘したものと判定し、この検出された残留振動の周期が前記所定の範囲の周期より

も長く、前記所定の閾値よりも短いときには、前記吐出異常の原因として前記液滴吐出ヘッドのノズルの出口付近に紙粉が付着したものと判定する。なお、好ましくは、前記判定において判定された判定結果を記憶部に記憶してもよい。

【0034】

【発明の実施の形態】

以下、図1～図39を参照して本発明の液滴吐出装置及び液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定方法の好適な実施形態を詳細に説明する。なお、この実施形態は例示として挙げるものであり、これにより本発明の内容を限定的に解釈すべきではない。なお、以下、本実施形態では、本発明の液滴吐出装置の一例として、インク（液状材料）を吐出して記録用紙に画像をプリントするインクジェットプリンタを用いて説明する。

【0035】

＜第1実施形態＞

図1は、本発明の第1実施形態における液滴吐出装置の一種であるインクジェットプリンタ1の構成を示す概略図である。なお、以下の説明では、図1中、上側を「上部」、下側を「下部」という。まず、このインクジェットプリンタ1の構成について説明する。

【0036】

図1に示すインクジェットプリンタ1は、装置本体2を備えており、上部後方に記録用紙Pを設置するトレイ21と、下部前方に記録用紙Pを排出する排紙口22と、上部面に操作パネル7とが設けられている。

操作パネル7は、例えば、液晶ディスプレイ、有機ELディスプレイ、LEDランプ等で構成され、エラーメッセージ等を表示する表示部（図示せず）と、各種スイッチ等で構成される操作部（図示せず）とを備えている。

【0037】

また、装置本体2の内部には、主に、往復動する印字手段（移動体）3を備える印刷装置（印刷手段）4と、記録用紙Pを1枚ずつ印刷装置4に送り込む給紙装置（給紙手段）5と、印刷装置4及び給紙装置5を制御する制御部（制御手段）6とを有している。

制御部6の制御により、給紙装置5は、記録用紙Pを一枚ずつ間欠送りする。この記録用紙Pは、印字手段3の下部近傍を通過する。このとき、印字手段3が記録用紙Pの送り方向とほぼ直交する方向に往復移動して、記録用紙Pへの印刷が行なわれる。すなわち、印字手段3の往復動と記録用紙Pの間欠送りとが、印刷における主走査及び副走査となって、インクジェット方式の印刷が行なわれる。

【0038】

印刷装置4は、印字手段3と、印字手段3を主走査方向に移動させる駆動源となるキャリッジモータ41と、キャリッジモータ41の回転を受けて、印字手段3を往復動させる往復動機構42とを備えている。

印字手段3は、その下部に、多数のノズル110を備えるインクの種類に対応した複数のヘッドユニット35と、各ヘッドユニット35にインクを供給する複数のインクカートリッジ(I/C)31と、各ヘッドユニット35及びインクカートリッジ31を搭載したキャリッジ32とを有している。

【0039】

また、ヘッドユニット35は、図3において後述するように、それぞれ一つの、ノズル110と、振動板121と、静電アクチュエータ120と、キャビティ141と、インク供給口142等で構成されたインクジェット式記録ヘッド(インクジェットヘッドあるいは液滴吐出ヘッド)100を多数備えている。なお、ヘッドユニット35は、図1ではインクカートリッジ31を含んだ構成を示しているが、このような構成に限定されない。例えば、インクカートリッジ31を別に固定し、チューブなどによってヘッドユニット35に供給されるようなものでもよい。したがって、以下において、印字手段3とは別に、それぞれ一つの、ノズル110と、振動板121と、静電アクチュエータ120と、キャビティ141と、インク供給口142等で構成されたインクジェットヘッド100を複数設けたものをヘッドユニット35と称するものとする。

【0040】

なお、インクカートリッジ31として、イエロー、シアン、マゼンタ、ブラック(黒)の4色のインクを充填したものを用いることにより、フルカラー印刷が

可能となる。この場合、印字手段3には、各色にそれぞれ対応したヘッドユニット35が設けられることになる。ここで、図1では、4色のインクに対応した4つのインクカートリッジ31を示しているが、印字手段3は、その他の色、例えば、ライトシアン、ライトマゼンダ、ダークイエローなどのインクカートリッジ31をさらに備えるように構成されてもよい。

【0041】

往復動機構42は、その両端をフレーム（図示せず）に支持されたキャリッジガイド軸422と、キャリッジガイド軸422と平行に延在するタイミングベルト421とを有している。

キャリッジ32は、往復動機構42のキャリッジガイド軸422に往復動自在に支持されるとともに、タイミングベルト421の一部に固定されている。

【0042】

キャリッジモータ41の作動により、プーリを介してタイミングベルト421を正逆走行させると、キャリッジガイド軸422に案内されて、印字手段3が往復動する。そして、この往復動の際に、印刷されるイメージデータ（印刷データ）に対応して、ヘッドユニット35内の複数のインクジェットヘッド100のノズル110から適宜インクが吐出され、記録用紙Pへの印刷が行われる。

給紙装置5は、その駆動源となる給紙モータ51と、給紙モータ51の作動により回転する給紙ローラ52とを有している。

【0043】

給紙ローラ52は、記録用紙Pの送り経路（記録用紙P）を挟んで上下に対向する従動ローラ52aと駆動ローラ52bとで構成され、駆動ローラ52bは給紙モータ51に連結されている。これにより、給紙ローラ52は、トレイ21に設置した多数枚の記録用紙Pを、印刷装置4に向かって1枚ずつ送り込めるようになっている。なお、トレイ21に代えて、記録用紙Pを収容する給紙カセットを着脱自在に装着し得るような構成であってもよい。

【0044】

制御部6は、例えば、パーソナルコンピュータ（PC）やデジタルカメラ（DC）等のホストコンピュータ8から入力された印刷データに基づいて、印刷装

置4や給紙装置5等を制御することにより記録用紙Pに印刷処理を行うものである。また、制御部6は、操作パネル7の表示部にエラーメッセージ等を表示させ、あるいはLEDランプ等を点灯／点滅させるとともに、操作部から入力された各種スイッチの押下信号に基づいて、対応する処理を各部に実行させるものである。

【0045】

図2は、本発明のインクジェットプリンタの主要部を概略的に示すブロック図である。この図2において、本発明のインクジェットプリンタ1は、ホストコンピュータ8から入力された印刷データなどを受け取るインターフェース部（IF：Interface）9と、制御部6と、キャリッジモータ41と、キャリッジモータ41を駆動制御するキャリッジモータドライバ43と、給紙モータ51と、給紙モータ51を駆動制御する給紙モータドライバ53と、ヘッドユニット35と、ヘッドユニット35を駆動制御するヘッドドライバ33と、吐出異常検出手段10とを備える。なお、吐出異常検出手段10及びヘッドドライバ33については、詳細を後述する。

【0046】

この図2において、制御部6は、印刷処理や吐出異常検出・判定処理などの各種処理を実行するCPU（Central Processing Unit）61と、ホストコンピュータ8からIF9を介して入力される印刷データを図示しないデータ格納領域に格納する不揮発性半導体メモリの一種であるEEPROM（Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory）（記憶手段）62と、後述する吐出異常検出・判定処理などを実行する際に各種データを一時的に格納し、あるいは印刷処理などのアプリケーションプログラムを一時的に展開するRAM（Random Access Memory）63と、各部を制御する制御プログラム等を格納する不揮発性半導体メモリの一種であるPROM64とを備えている。なお、制御部6の各構成要素は、図示しないバスを介して電気的に接続されている。

【0047】

上述のように、印字手段3は、各色のインクに対応した複数のヘッドユニット35から構成され、この各ヘッドユニット35は、複数のノズル110と、これ

らの各ノズル110に対応する静電アクチュエータ120と（複数のインクジェットヘッド100）を備える。すなわち、ヘッドユニット35は、1組のノズル110及び静電アクチュエータ120を有してなるインクジェットヘッド（液滴吐出ヘッド）100を複数個備えた構成になっている。そして、ヘッドドライバ33は、各インクジェットヘッド100の静電アクチュエータ120を駆動して、インクの吐出タイミングを制御する駆動回路18と、切替手段23とから構成される（図16参照）。なお、インクジェットヘッド100及び静電アクチュエータ120の構成については後述する。

【0048】

また、制御部6には、図示しないが、例えば、インクカートリッジ31のインク残量、印字手段3の位置、温度、湿度等の印刷環境等を検出可能な各種センサが、それぞれ電気的に接続されている。

制御部6は、IF9を介して、ホストコンピュータ8から印刷データを入手すると、その印刷データをEEPROM62に格納する。そして、CPU61は、この印刷データに所定の処理を実行して、この処理データ及び各種センサからの入力データに基づいて、各ドライバ33、43、53に駆動信号を出力する。各ドライバ33、43、53を介してこれらの駆動信号が入力されると、ヘッドユニット35の複数のインクジェットヘッド100に対応する静電アクチュエータ120、印刷装置4のキャリッジモータ41及び給紙装置5がそれぞれ作動する。これにより、記録用紙Pに印刷処理が実行される。

【0049】

次に、各ヘッドユニット35内の各インクジェットヘッド100の構造を説明する。図3は、図2に示すヘッドユニット35内の1つのインクジェットヘッド100の概略的な断面図（インクカートリッジ31などの共通部分を含む）であり、図4は、1色のインクに対応するヘッドユニット35の概略的な構成を示す分解斜視図であり、図5は、図3に示すインクジェットヘッド100を複数適用したヘッドユニット35のノズル面の一例を示す平面図である。なお、図3及び図4は、通常使用される状態とは上下逆に示されており、図5は、図3に示すインクジェットヘッド100を図中上方から見たときの平面図である。

【0050】

図3に示すように、ヘッドユニット35は、インク取り入れ口131、ダンパ室130及びインク供給チューブ311を介して、インクカートリッジ31に接続されている。ここで、ダンパ室130は、ゴムからなるダンパ132を備えている。このダンパ室130により、キャリッジ32が往復走行する際のインクの揺れ及びインク圧の変化を吸収することができ、これにより、ヘッドユニット35の各インクジェットヘッド100に所定量のインクを安定的に供給することができる。

【0051】

また、ヘッドユニット35は、シリコン基板140を挟んで、上側に同じくシリコン製のノズルプレート150と、下側にシリコンと熱膨張率が近いホウ珪酸ガラス基板（ガラス基板）160とがそれぞれ積層された3層構造をなしている。中央のシリコン基板140には、独立した複数のキャビティ（圧力室）141（図4では、7つのキャビティを示す）と、1つのリザーバ（共通インク室）143と、このリザーバ143を各キャビティ141に連通させるインク供給口（オリフィス）142としてそれぞれ機能する溝が形成されている。各溝は、例えば、シリコン基板140の表面からエッチング処理を施すことにより形成することができる。このノズルプレート150と、シリコン基板140と、ガラス基板160とがこの順序で接合され、各キャビティ141、リザーバ143、各インク供給口142が区画形成されている。

【0052】

これらのキャビティ141は、それぞれ短冊状（直方体状）に形成されており、後述する振動板121の振動（変位）によりその容積が可変であり、この容積変化によりノズル（インクノズル）110からインク（液状材料）を吐出するよう構成されている。ノズルプレート150には、各キャビティ141の先端側の部分に対応する位置に、ノズル110が形成されており、これらが各キャビティ141に連通している。また、リザーバ143が位置しているガラス基板160の部分には、リザーバ143に連通するインク取り入れ口131が形成されている。インクは、インクカートリッジ31からインク供給チューブ311、ダンパ室

130を経てインク取入れ口131を通り、リザーバ143に供給される。リザーバ143に供給されたインクは、各インク供給口142を通って、独立した各キャビティ141に供給される。なお、各キャビティ141は、ノズルプレート150と、側壁（隔壁）144と、底壁121とによって、区画形成されている。

【0053】

独立した各キャビティ141は、その底壁121が薄肉に形成されており、底壁121は、その面外方向（厚さ方向）、すなわち、図3において上下方向に弾性変形（弾性変位）可能な振動板（ダイヤフラム）として機能するように構成されている。したがって、この底壁121の部分を、以後の説明の都合上、振動板121と称して説明することもある（すなわち、以下、「底壁」と「振動板」のいずれにも符号121を用いる）。

【0054】

ガラス基板160のシリコン基板140側の表面には、シリコン基板140の各キャビティ141に対応した位置に、それぞれ、浅い凹部161が形成されている。したがって、各キャビティ141の底壁121は、凹部161が形成されたガラス基板160の対向壁162の表面に、所定の間隙を介して対峙している。すなわち、キャビティ141の底壁121と後述するセグメント電極122の間には、所定の厚さ（例えば、0.2ミクロン程度）の空隙が存在する。なお、前記凹部161は、例えば、エッチングなどで形成することができる。

【0055】

ここで、各キャビティ141の底壁（振動板）121は、ヘッドドライバ33から供給される駆動信号によってそれぞれ電荷を蓄えるための各キャビティ141側の共通電極124の一部を構成している。すなわち、各キャビティ141の振動板121は、それぞれ、後述する対応する静電アクチュエータ120の対向電極（コンデンサの対向電極）の一方を兼ねている。そして、ガラス基板160の凹部161の表面には、各キャビティ141の底壁121に対峙するように、それぞれ、共通電極124に対向する電極であるセグメント電極122が形成されている。また、図3に示すように、各キャビティ141の底壁121の表面は

、シリコンの酸化膜（SiO₂）からなる絶縁層123により覆われている。このように、各キャビティ141の底壁121、すなわち、振動板121と、それに対応する各セグメント電極122とは、キャビティ141の底壁121の図3中下側の表面に形成された絶縁層123と凹部161内の空隙とを介し、対向電極（コンデンサの対向電極）を形成（構成）している。したがって、振動板121と、セグメント電極122と、これらの間の絶縁層123及び空隙とにより、静電アクチュエータ120の主要部が構成される。

【0056】

図3に示すように、これらの対向電極の間に駆動電圧を印加するための駆動回路18を含むヘッドドライバ33は、制御部6から入力される印字信号（印字データ）に応じて、これらの対向電極間の充放電を行う。ヘッドドライバ（電圧印加手段）33の一方の出力端子は、個々のセグメント電極122に接続され、他方の出力端子は、シリコン基板140に形成された共通電極124の入力端子124aに接続されている。なお、シリコン基板140には不純物が注入されており、それ自体が導電性をもつために、この共通電極124の入力端子124aから底壁121の共通電極124に電圧を供給することができる。また、例えば、シリコン基板140の一方の面に金や銅などの導電性材料の薄膜を形成してもよい。これにより、低い電気抵抗で（効率良く）共通電極124に電圧（電荷）を供給することができる。この薄膜は、例えば、蒸着あるいはスパッタリング等によって形成すればよい。ここで、本実施形態では、例えば、シリコン基板140とガラス基板160とを陽極接合によって結合（接合）させるので、その陽極結合において電極として用いる導電膜をシリコン基板140の流路形成面側（図3に示すシリコン基板140の上部側）に形成している。そして、この導電膜をそのまま共通電極124の入力端子124aとして用いる。なお、本発明では、例えば、共通電極124の入力端子124aを省略してもよく、また、シリコン基板140とガラス基板160との接合方法は、陽極接合に限定されない。

【0057】

図4に示すように、ヘッドユニット35は、複数のインクジェットヘッド100に対応する複数のノズル110が形成されたノズルプレート150と、複数の

キャビティ141、複数のインク供給口142、1つのリザーバ143が形成されたシリコン基板（インク室基板）140と、絶縁層123とを備え、これらがガラス基板160を含む基体170に収納されている。基体170は、例えば、各種樹脂材料、各種金属材料等で構成されており、この基体170にシリコン基板140が固定、支持されている。

【0058】

なお、ノズルプレート150に形成された複数のノズル110は、図4では簡潔に示すためにリザーバ143に対して略並行に直線的に配列されているが、ノズル110の配列パターンはこの構成に限らず、通常は、例えば、図5に示すノズル配置パターンのように、段をずらして配置される。また、このノズル110間のピッチは、印刷精度（d p i）に応じて適宜設定され得るものである。なお、図5では、4色のインク（インクカートリッジ31）を適用した場合におけるノズル110の配置パターンを示している。

【0059】

図6は、図3のIII-III断面の駆動信号入力時の各状態を示す。ヘッドドライバ33から対向電極間に駆動電圧が印加されると、対向電極間にクーロン力が発生し、底壁（振動板）121は、初期状態（図6（a））に対して、セグメント電極122側へ撓み、キャビティ141の容積が拡大する（図6（b））。この状態において、ヘッドドライバ33の制御により、対向電極間の電荷を急激に放電させると、振動板121は、その弾性復元力によって図中上方に復元し、初期状態における振動板121の位置を越えて上部に移動し、キャビティ141の容積が急激に収縮する（図6（c））。このときキャビティ141内に発生する圧縮圧力により、キャビティ141を満たすインク（液状材料）の一部が、このキャビティ141に連通しているインクノズル110からインク滴として吐出される。

【0060】

各キャビティ141の振動板121は、この一連の動作（ヘッドドライバ33の駆動信号によるインク吐出動作）により、次の駆動信号（駆動電圧）が入力されて再びインク滴を吐出するまでの間、減衰振動をしている。以下、この減衰振

動を残留振動とも称する。振動板121の残留振動は、ノズル110やインク供給口142の形状、あるいはインク粘度等による音響抵抗 r と、流路内のインク重量によるイナータンス m と、振動板121のコンプライアンス C_m とによって決定される固有振動周波数を有するものと想定される。

【0061】

上記想定に基づく振動板121の残留振動の計算モデルについて説明する。図7は、振動板121の残留振動を想定した単振動の計算モデルを示す回路図である。このように、振動板121の残留振動の計算モデルは、音圧 P と、上述のイナータンス m 、コンプライアンス C_m 及び音響抵抗 r とで表せる。そして、図7の回路に音圧 P を与えた時のステップ応答を体積速度 u について計算すると、次式が得られる。

【0062】

【数1】

$$u = \frac{P}{\omega \cdot m} e^{-\alpha t} \cdot \sin \omega t \quad (1)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{m \cdot C_m} - \alpha^2} \quad (2)$$

$$\alpha = \frac{r}{2m} \quad (3)$$

【0063】

この式から得られた計算結果と、別途行ったインク吐出後の振動板121の残留振動の実験における実験結果とを比較する。図8は、振動板121の残留振動の実験値と計算値との関係を示すグラフである。この図8に示すグラフからも分かるように、実験値と計算値の2つの波形は、概ね一致している。

さて、ヘッドユニット35の各インクジェットヘッド100では、前述したような吐出動作を行ったにもかかわらずノズル110からインク滴が正常に吐出されない現象、すなわち液滴の吐出異常が発生する場合がある。この吐出異常が発生する原因としては、後述するように、①キャビティ141内への気泡の混入、

②ノズル110付近でのインクの乾燥・増粘（固着）、③ノズル110出口付近への紙粉付着、等が挙げられる。

【0064】

この吐出異常が発生すると、その結果としては、典型的にはノズル110から液滴が吐出されないこと、すなわち液滴の不吐出現象が現れ、その場合、記録用紙Pに印刷（描画）した画像における画素のドット抜けを生じる。また、吐出異常の場合には、ノズル110から液滴が吐出されたとしても、液滴の量が過少であったり、その液滴の飛行方向（弾道）がずれたりして適正に着弾しないので、やはり画素のドット抜けとなって現れる。このようなことから、以下の説明では、液滴の吐出異常のことを単に「ドット抜け」という場合もある。

【0065】

以下において、図8に示す比較結果に基づいて、インクジェットヘッド100のノズル110に発生する印刷処理時のドット抜け（吐出異常）現象（インク不吐出現象）の原因別に、振動板121の残留振動の計算値と実験値がマッチ（概ね一致）するように、音響抵抗r及び／又はイナータンスmの値を調整する。なお、ここでは、気泡混入、乾燥増粘及び紙粉付着の3種類について検討する。

【0066】

まず、ドット抜けの1つの原因であるキャビティ141内への気泡の混入について検討する。図9は、図3のキャビティ141内に気泡Bが混入した場合のノズル110付近の概念図である。この図9に示すように、発生した気泡Bは、キャビティ141の壁面に発生付着しているものと想定される（図9では、気泡Bの付着位置の一例として、気泡Bがノズル110付近に付着している場合を示す）。

【0067】

このように、キャビティ141内に気泡Bが混入した場合には、キャビティ141内を満たすインクの総重量が減り、イナータンスmが低下するものと考えられる。また、気泡Bは、キャビティ141の壁面に付着しているので、その径の大きさだけノズル110の径が大きくなつたような状態となり、音響抵抗rが低下するものと考えられる。

【0068】

したがって、インクが正常に吐出された図8の場合に対して、音響抵抗 r 、イナータンス m を共に小さく設定して、気泡混入時の残留振動の実験値とマッチングすることにより、図10のような結果（グラフ）が得られた。図8及び図10のグラフから分かるように、キャビティ141内に気泡が混入した場合には、正常吐出時に比べて周波数が高くなる特徴的な残留振動波形が得られる。なお、音響抵抗 r の低下などにより、残留振動の振幅の減衰率も小さくなり、残留振動は、その振幅をゆっくりと下げていることも確認することができる。

【0069】

次に、ドット抜けのもう1つの原因であるノズル110付近でのインクの乾燥（固着、増粘）について検討する。図11は、図3のノズル110付近のインクが乾燥により固着した場合のノズル110付近の概念図である。この図11に示すように、ノズル110付近のインクが乾燥して固着した場合、キャビティ141内のインクは、キャビティ141内に閉じこめられたような状況となる。このように、ノズル110付近のインクが乾燥、増粘した場合には、音響抵抗 r が増加するものと考えられる。

【0070】

したがって、インクが正常に吐出された図8の場合に対して、音響抵抗 r を大きく設定して、ノズル110付近のインク乾燥固着（増粘）時の残留振動の実験値とマッチングすることにより、図12のような結果（グラフ）が得られた。なお、図12に示す実験値は、数日間図示しないキャップを装着しない状態でヘッドユニット35を放置し、キャビティ141内のノズル110付近のインクが乾燥、増粘したことによりインクを吐出することができなくなった（インクが固着した）状態における振動板121の残留振動を測定したものである。図8及び図12のグラフから分かるように、ノズル110付近のインクが乾燥により固着した場合には、正常吐出時に比べて周波数が極めて低くなるとともに、残留振動が過減衰となる特徴的な残留振動波形が得られる。これは、インク滴を吐出するために振動板121が図3中下方に引き寄せられることによって、キャビティ141内にリザーバ143からインクが流入した後に、振動板121が図3中上方に

移動するときに、キャビティ141内のインクの逃げ道がないために、振動板121が急激に振動できなくなるため（過減衰となるため）である。

【0071】

次に、ドット抜けのさらにもう1つの原因であるノズル110出口付近への紙粉付着について検討する。図13は、図3のノズル110出口付近に紙粉が付着した場合のノズル110付近の概念図である。この図13に示すように、ノズル110の出口付近に紙粉が付着した場合、キャビティ141内から紙粉を介してインクが染み出してしまうとともに、ノズル110からインクを吐出することができなくなる。このように、ノズル110の出口付近に紙粉が付着し、ノズル110からインクが染み出している場合には、振動板121からみてキャビティ141内及び染み出し分のインクが正常時よりも増えることにより、イナータンスマが増加するものと考えられる。また、ノズル110の出口付近に付着した紙粉の繊維によって音響抵抗 r が増大するものと考えられる。

【0072】

したがって、インクが正常に吐出された図8の場合に対して、イナータンスマ、音響抵抗 r を共に大きく設定して、ノズル110の出口付近への紙粉付着時の残留振動の実験値とマッチングすることにより、図14のような結果（グラフ）が得られた。図8及び図14のグラフから分かるように、ノズル110の出口付近に紙粉が付着した場合には、正常吐出時に比べて周波数が低くなる特徴的な残留振動波形が得られる（ここで、紙粉付着の場合、インクの乾燥の場合よりは、残留振動の周波数が高いことも、図12及び図14のグラフから分かる。）。なお、図15は、この紙粉付着前後におけるノズル110の状態を示す写真である。ノズル110の出口付近に紙粉が付着すると、紙粉に沿ってインクがにじみ出している状態を、図15（b）から見出すことができる。

【0073】

ここで、ノズル110付近のインクが乾燥して増粘した場合と、ノズル110の出口付近に紙粉が付着した場合とでは、いずれも正常にインク滴が吐出された場合に比べて減衰振動の周波数が低くなっている。これら2つのドット抜け（インク不吐出：吐出異常）の原因を振動板121の残留振動の波形から特定するた

めに、例えば、減衰振動の周波数や周期、位相において所定のしきい値を持って比較するか、あるいは、残留振動（減衰振動）の周期変化や振幅変化の減衰率から特定することができる。このようにして、各インクジェットヘッド100におけるノズル110からのインク滴が吐出されたときの振動板121の残留振動の変化、特に、その周波数の変化によって、各インクジェットヘッド100の吐出異常を検出することができる。また、その場合の残留振動の周波数を正常吐出時の残留振動の周波数と比較することにより、吐出異常の原因を特定することもできる。

【0074】

次に、吐出異常検出手段10について説明する。図16は、図2に示す吐出異常検出手段10の概略的なブロック図である。この図16に示すように、本発明の吐出異常検出手段10は、発振回路11と、F/V変換回路12と、波形整形回路15とから構成される残留振動検出手段16と、この残留振動検出手段16によって検出された残留振動波形データから周期や振幅などを計測する計測手段17と、この計測手段17によって計測された周期などに基づいてインクジェットヘッド100の吐出異常を判定する判定手段20とを備えている。吐出異常検出手段10では、残留振動検出手段16は、静電アクチュエータ120の振動板121の残留振動に基づいて、発振回路11が発振し、その発振周波数からF/V変換回路12及び波形整形回路15において振動波形を形成して、検出する。そして、計測手段17は、検出された振動波形に基づいて残留振動の周期などを計測し、判定手段20は、計測された残留振動の周期などに基づいて、ヘッドユニット35内のそれぞれのインクジェットヘッド100の吐出異常を検出、判定する。以下、吐出異常検出手段10の各構成要素について説明する。

【0075】

まず、静電アクチュエータ120の振動板121の残留振動の周波数（振動数）を検出するために、発振回路11を用いる方法を説明する。図17は、図3の静電アクチュエータ120を平行平板コンデンサとした場合の概念図であり、図18は、図3の静電アクチュエータ120から構成されるコンデンサを含む発振回路11の回路図である。なお、図18に示す発振回路11は、シュミットトリ

ガのヒステリシス特性を利用するCR発振回路であるが、本発明はこのようなCR発振回路に限定されず、アクチュエータ（振動板を含む）の静電容量成分（コンデンサC）を用いる発振回路であればどのような発振回路でもよい。発振回路11は、例えば、LC発振回路を利用した構成としてもよい。また、本実施形態では、シュミットトリガインバータを用いた例を示して説明しているが、例えば、インバータを3段用いたCR発振回路を構成してもよい。

【0076】

図3に示すインクジェットヘッド100では、上述のように、振動板121と非常にわずかな間隔（空隙）を隔てたセグメント電極122とが対向電極を形成する静電アクチュエータ120を構成している。この静電アクチュエータ120は、図17に示すような平行平板コンデンサと考えることができる。このコンデンサの静電容量をC、振動板121及びセグメント電極122のそれぞれの表面積をS、2つの電極121、122の距離（ギャップ長）をg、両電極に挟まれた空間（空隙）の誘電率を ϵ （真空の誘電率を ϵ_0 、空隙の比誘電率を ϵ_r とする） $\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$ ）とすると、図17に示すコンデンサ（静電アクチュエータ120）の静電容量C（x）は、次式で表される。

【0077】

【数2】

$$C(x) = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{S}{g - x} \quad (F) \quad (4)$$

なお、式（4）のxは、図17に示すように、振動板121の残留振動によって生じる振動板121の基準位置からの変位量を示している。

【0078】

この式（4）から分かるように、ギャップ長g（ギャップ長g-変位量x）が小さくなれば、静電容量C（x）は大きくなり、逆にギャップ長g（ギャップ長g-変位量x）が大きくなれば、静電容量C（x）は小さくなる。このように、静電容量C（x）は、（ギャップ長g-変位量x）（xが0の場合は、ギャップ

長 g ）に反比例している。なお、図3に示す静電アクチュエータ120では、空隙は空気で満たされているので、比誘電率 $\epsilon_r = 1$ である。

【0079】

また、一般に、液滴吐出装置（本実施形態では、インクジェットプリンタ1）の解像度が高まるにつれて、吐出されるインク滴（インクドット）が微小化されるので、この静電アクチュエータ120は、高密度化、小型化される。それによって、インクジェットヘッド100の振動板121の表面積Sが小さくなり、小さな静電アクチュエータ120が構成される。さらに、インク滴吐出による残留振動によって変化する静電アクチュエータ120のギャップ長 g は、初期ギャップ g_0 の1割程度となるため、式（4）から分かるように、静電アクチュエータ120の静電容量の変化量は非常に小さな値となる。

【0080】

この静電アクチュエータ120の静電容量の変化量（残留振動の振動パターンにより異なる）を検出するために、以下のような方法、すなわち、静電アクチュエータ120の静電容量に基づいた図18のような発振回路を構成し、発振された信号に基づいて残留振動の周波数（周期）を解析する方法を用いる。図18に示す発振回路11は、静電アクチュエータ120から構成されるコンデンサ（C）と、シュミットトリガインバータ111と、抵抗素子（R）112とから構成される。

【0081】

シュミットトリガインバータ111の出力信号がHighレベルの場合、抵抗素子112を介してコンデンサCを充電する。コンデンサCの充電電圧（振動板121とセグメント電極122との間の電位差）が、シュミットトリガインバータ111の入力スレッショルド電圧 V_T+ に達すると、シュミットトリガインバータ111の出力信号がLowレベルに反転する。そして、シュミットトリガインバータ111の出力信号がLowレベルとなると、抵抗素子112を介してコンデンサCに充電されていた電荷が放電される。この放電によりコンデンサCの電圧がシュミットトリガインバータ111の入力スレッショルド電圧 V_T- に達すると、シュミットトリガインバータ111の出力信号が再びHighレベルに

反転する。以降、この発振動作が繰り返される。

【0082】

ここで、上述のそれぞれの現象（気泡混入、乾燥、紙粉付着、及び正常吐出）におけるコンデンサCの静電容量の時間変化を検出するためには、この発振回路11による発振周波数は、残留振動の周波数が最も高い気泡混入時（図10参照）の周波数を検出することができる発振周波数に設定される必要がある。そのため、発振回路11の発振周波数は、例えば、検出する残留振動の周波数の数倍から数十倍以上、すなわち、気泡混入時の周波数よりおよそ1桁以上高い周波数となるようにしなければならない。この場合、好ましくは、気泡混入時の残留振動の周波数が正常吐出の場合と比較して高い周波数を示すため、気泡混入時の残留振動周波数が検知可能な発振周波数に設定するとよい。そうしなければ、吐出異常の現象に対して正確な残留振動の周波数を検出することができない。そのため、本実施形態では、発振周波数に応じて、発振回路11のCRの時定数を設定している。このように、発振回路11の発振周波数を高く設定することにより、この発振周波数の微小変化に基づいて、より正確な残留振動波形を検出することができる。

【0083】

なお、発振回路11から出力される発振信号の発振周波数の周期（パルス）毎に、測定用のカウントパルス（カウンタ）を用いてそのパルスをカウントし、初期ギャップ g_0 におけるコンデンサCの静電容量で発振させた場合の発振周波数のパルスのカウント量を測定したカウント量から減算することにより、残留振動波形について発振周波数毎のデジタル情報が得られる。これらのデジタル情報に基づいて、デジタル／アナログ（D/A）変換を行うことにより、概略的な残留振動波形が生成され得る。このような方法を用いてもよいが、測定用のカウントパルス（カウンタ）には、発振周波数の微小変化を測定することができる高い周波数（高解像度）のものが必要となる。このようなカウントパルス（カウンタ）は、コストをアップさせるため、本発明の吐出異常検出手段10では、図19に示すF/V変換回路12を用いている。

【0084】

図19は、図16に示す吐出異常検出手段10のF/V変換回路12の回路図である。この図19に示すように、F/V変換回路12は、3つのスイッチSW1、SW2、SW3と、2つのコンデンサC1、C2と、抵抗素子R1と、定電流Isを出力する定電流源13と、バッファ14とから構成される。このF/V変換回路12の動作を図20のタイミングチャート及び図21のグラフを用いて説明する。

【0085】

まず、図20のタイミングチャートに示す充電信号、ホールド信号及びクリア信号の生成方法について説明する。充電信号は、発振回路11の発振パルスの立ち上がりエッジから固定時間trを設定し、その固定時間trの間Highレベルとなるようにして生成される。ホールド信号は、充電信号の立ち上がりエッジに同期して立ち上がり、所定の固定時間だけHighレベルに保持され、Lowレベルに立ち下がるようにして生成される。クリア信号は、ホールド信号の立ち下がりエッジに同期して立ち上がり、所定の固定時間だけHighレベルに保持され、Lowレベルに立ち下がるようにして生成される。なお、後述するように、コンデンサC1からコンデンサC2への電荷の移動及びコンデンサC1の放電は瞬時に行われる所以、ホールド信号及びクリア信号のパルスは、発振回路11の出力信号の次の立ち上がりエッジまでにそれぞれ1つのパルスが含まれればよく、上記のような立ち上がりエッジ、立ち下がりエッジに限定されない。

【0086】

きれいな残留振動の波形（電圧波形）を得るために、図21を参照して、固定時間tr及びt1の設定方法を説明する。固定時間trは、静電アクチュエータ120が初期ギャップ長g0のときにおける静電容量Cで発振した発振パルスの周期から調整され、充電時間t1による充電電位がC1の充電範囲のおよそ1/2付近となるように設定される。また、ギャップ長gが最大（Max）の位置における充電時間t2から最小（Min）の位置における充電時間t3の間で、コンデンサC1の充電範囲を超えないように充電電位の傾きが設定される。すなわち、充電電位の傾きは、 $dV/dt = Is/C1$ によって決定されるため、定電流源13の出力定電流Isを適当な値に設定すればよい。この定電流源13の出

力定電流 I_s をその範囲内でできるだけ高く設定することによって、静電アクチュエータ120によって構成されるコンデンサの微小な静電容量の変化を高感度で検出することができ、静電アクチュエータ120の振動板121の微小な変化を検出することが可能となる。

【0087】

次いで、図22を参照して、図16に示す波形整形回路15の構成を説明する。図22は、図16の波形整形回路15の回路構成を示す回路図である。この波形整形回路15は、残留振動波形を矩形波として判定手段20に出力するものである。この図22に示すように、波形整形回路15は、2つのコンデンサC3（DC成分除去手段）、C4と、2つの抵抗素子R2、R3と、2つの直流電圧源Vref1、Vref2と、增幅器（オペアンプ）151と、比較器（コンパレータ）152とから構成される。なお、残留振動波形の波形整形処理において、検出される波高値をそのまま出力して、残留振動波形の振幅を計測するように構成してもよい。

【0088】

F/V変換回路12のバッファ14の出力には、静電アクチュエータ120の初期ギャップ g_0 に基づくDC成分（直流成分）の静電容量成分が含まれている。この直流成分は各インクジェットヘッド100によりばらつきがあるため、コンデンサC3は、この静電容量の直流成分を除去するものである。そして、コンデンサC3は、バッファ14の出力信号におけるDC成分を除去し、残留振動のAC成分のみをオペアンプ151の反転入力端子に出力する。

【0089】

オペアンプ151は、直流成分が除去されたF/V変換回路12のバッファ14の出力信号を反転増幅するとともに、その出力信号の高域を除去するためのローパスフィルタを構成している。なお、このオペアンプ151は、単電源回路を想定している。オペアンプ151は、2つの抵抗素子R2、R3による反転増幅器を構成し、入力された残留振動（交流成分）は、 $-R_3/R_2$ 倍に振幅される。

【0090】

また、オペアンプ151の单電源動作のために、その非反転入力端子に接続された直流電圧源V_{ref1}によって設定された電位を中心に振動する、増幅された振動板121の残留振動波形が出力される。ここで、直流電圧源V_{ref1}は、オペアンプ151が单電源で動作可能な電圧範囲の1/2程度に設定されている。さらに、このオペアンプ151は、2つのコンデンサC3、C4により、カットオフ周波数 $1/(2\pi \times C4 \times R3)$ となるローパスフィルタを構成している。そして、直流成分を除去された後に増幅された振動板121の残留振動波形は、図20のタイミングチャートに示すように、次段の比較器（コンパレータ）152でもう一つの直流電圧源V_{ref2}の電位と比較され、その比較結果が矩形波として波形整形回路15から出力される。なお、直流電圧源V_{ref2}は、もう一つの直流電圧源V_{ref1}を共用してもよい。

【0091】

次に、図20に示すタイミングチャートを参照して、図19のF/V変換回路12及び波形整形回路15の動作を説明する。上述のように生成された充電信号、クリア信号及びホールド信号に基づいて、図19に示すF/V変換回路12は動作する。図20のタイミングチャートにおいて、静電アクチュエータ120の駆動信号がヘッドドライバ33を介してヘッドユニット35のインクジェットヘッド100に入力されると、図6（b）に示すように、静電アクチュエータ120の振動板121がセグメント電極122側に引きつけられ、この駆動信号の立ち下がりエッジに同期して、図6中上方に向けて急激に収縮する（図6（c）参照）。

【0092】

この駆動信号の立ち下がりエッジに同期して、駆動回路18と吐出異常検出手段10とを切り替える駆動/検出切替信号がH_{igh}レベルとなる。この駆動/検出切替信号は、対応するインクジェットヘッド100の駆動休止期間中、H_{igh}レベルに保持され、次の駆動信号が入力される前に、L_{ow}レベルになる。この駆動/検出切替信号がH_{igh}レベルの間、図18の発振回路11は、静電アクチュエータ120の振動板121の残留振動に対応して発振周波数を変えながら発振している。

【0093】

上述のように、駆動信号の立ち下がりエッジ、すなわち、発振回路11の出力信号の立ち上がりエッジから、残留振動の波形がコンデンサC1に充電可能な範囲を超えないように予め設定された固定時間 t_r だけ経過するまで、充電信号は、Highレベルに保持される。なお、充電信号がHighレベルである間、スイッチSW1はオフの状態である。

【0094】

固定時間 t_r が経過し、充電信号がLowレベルになると、その充電信号の立ち下がりエッジに同期して、スイッチSW1がオンされる（図19参照）。そして、定電流源13とコンデンサC1とが接続され、コンデンサC1は、上述のように、傾き I_s/C_1 で充電される。充電信号がLowレベルである期間、すなわち、発振回路11の出力信号の次のパルスの立ち上がりエッジに同期してHighレベルになると、コンデンサC1は充電される。

【0095】

充電信号がHighレベルになると、スイッチSW1はオフ（オープン）となり、定電流源13とコンデンサC1は切り離される。このとき、コンデンサC1には、充電信号がLowレベルの期間 t_1 の間に充電された電位（すなわち、理想的には $I_s \times t_1/C_1$ （V））が保存されている。この状態で、ホールド信号がHighレベルになると、スイッチSW2がオンされ（図19参照）、コンデンサC1とコンデンサC2が、抵抗素子R1を介して接続される。スイッチSW2の接続後、2つのコンデンサC1、C2の充電電位差によって互いに充放電が行われ、2つのコンデンサC1、C2の電位差が概ね等しくなるように、コンデンサC1からコンデンサC2に電荷が移動する。

【0096】

ここで、コンデンサC1の静電容量に対してコンデンサC2の静電容量は、約 $1/10$ 以下程度に設定されている。そのため、2つのコンデンサC1、C2間の電位差によって生じる充放電で移動する（使用される）電荷量は、コンデンサC1に充電されている電荷の $1/10$ 以下となる。したがって、コンデンサC1からコンデンサC2へ電荷が移動した後においても、コンデンサC1の電位差は

、それほど変化しない（それほど下がらない）。なお、図19のF／V変換回路12では、コンデンサC2に充電されるときF／V変換回路12の配線のインダクタンス等により充電電位が急激に跳ね上がらないようするために、抵抗素子R1とコンデンサC2により一次のローパスフィルタを構成している。

【0097】

コンデンサC2にコンデンサC1の充電電位と概ね等しい充電電位が保持された後、ホールド信号がLowレベルとなり、コンデンサC1はコンデンサC2から切り離される。さらに、クリア信号がHighレベルとなり、スイッチSW3がオンすることにより、コンデンサC1がグラウンドGNDに接続され、コンデンサC1に充電されていた電荷が0となるように放電動作が行なわれる。コンデンサC1の放電後、クリア信号はLowレベルとなり、スイッチSW3がオフすることにより、コンデンサC1の図19中上部の電極がグラウンドGNDから切り離され、次の充電信号が入力されるまで、すなわち、充電信号がLowレベルになるまで待機している。

【0098】

コンデンサC2に保持されている電位は、充電信号の立ち上がりのタイミング毎、すなわち、コンデンサC2への充電完了のタイミング毎に更新され、バッファ14を介して振動板121の残留振動波形として図22の波形整形回路15に出力される。したがって、発振回路11の発振周波数が高くなるように静電アクチュエータ120の静電容量（この場合、残留振動による静電容量の変動幅も考慮しなければならない）と抵抗素子112の抵抗値を設定すれば、図20のタイミングチャートに示すコンデンサC2の電位（バッファ14の出力）の各ステップ（段差）がより詳細になるので、振動板121の残留振動による静電容量の時間的な変化をより詳細に検出することが可能となる。

【0099】

以下同様に、充電信号がLowレベル→Highレベル→Lowレベル・・・と繰り返し、上記所定のタイミングでコンデンサC2に保持されている電位がバッファ14を介して波形整形回路15に出力される。波形整形回路15では、バッファ14から入力された電圧信号（図20のタイミングチャートにおいて、コ

ンデンサC2の電位)の直流成分がコンデンサC3によって除去され、抵抗素子R2を介してオペアンプ151の反転入力端子に入力される。入力された残留振動の交流(AC)成分は、このオペアンプ151によって反転増幅され、コンパレータ152の一方の入力端子に出力される。コンパレータ152は、予め直流電圧源Vref2によって設定されている電位(基準電圧)と、残留振動波形(交流成分)の電位とを比較し、矩形波を出力する(図20のタイミングチャートにおける比較回路の出力)。

【0100】

次に、インクジェットヘッド100のインク滴吐出動作(駆動)と吐出異常検出動作(駆動休止)との切り替えタイミングについて説明する。図23は、駆動回路18と吐出異常検出手段10との切替手段23の概略を示すブロック図である。なお、この図23では、図16に示すヘッドドライバ33内の駆動回路18をインクジェットヘッド100の駆動回路として説明する。図20のタイミングチャートでも示したように、本発明の液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定処理は、インクジェットヘッド100の駆動信号と駆動信号の間、すなわち、駆動休止期間に実行されている。

【0101】

図23において、静電アクチュエータ120を駆動するために、切替手段23は、最初は駆動回路18側に接続されている。上述のように、駆動回路18から駆動信号(電圧信号)が振動板121に入力されると、静電アクチュエータ120が駆動し、振動板121は、セグメント電極122側に引きつけられ、印加電圧が0になるとセグメント電極122から離れる方向に急激に変位して振動(残留振動)を開始する。このとき、インクジェットヘッド100のノズル110からインク滴が吐出される。

【0102】

駆動信号のパルスが立ち下がると、その立ち下がりエッジに同期して駆動/検出切替信号(図20のタイミングチャート参照)が切替手段23に入力され、切替手段23は、駆動回路18から吐出異常検出手段(検出回路)10側に切り替えられ、静電アクチュエータ120(発振回路11のコンデンサとして利用)は

吐出異常検出手段10と接続される。

【0103】

そして、吐出異常検出手段10は、上述のような吐出異常（ドット抜け）の検出・判定処理を実行し、波形整形回路15の比較器152から出力される振動板121の残留振動波形データ（矩形波データ）を計測手段17によって残留振動波形の周期や振幅などに数値化する。本実施形態では、計測手段17は、残留振動波形データから特定の振動周期を測定し、その計測結果（数値）を判定手段20に出力する。

【0104】

具体的には、計測手段17は、比較器152の出力信号の波形（矩形波）の最初の立ち上がりエッジから次の立ち上がりエッジまでの時間（残留振動の周期）を計測するために、図示しないカウンタを用いて基準信号（所定の周波数）のパルスをカウントし、そのカウント値から残留振動の周期（特定の振動周期）を計測する。なお、計測手段17は、最初の立ち上がりエッジから次の立ち下がりエッジまでの時間を計測し、その計測された時間の2倍の時間を残留振動の周期として判定手段20に出力してもよい。以下、このようにして得られた残留振動の周期をTwとする。

【0105】

判定手段20は、計測手段17によって計測された残留振動波形の特定の振動周期など（計測結果）に基づいて、ノズルの吐出異常の有無、吐出異常の原因、比較偏差量などを判定し、その判定結果を制御部6に出力する。制御部6は、EEPROM（記憶手段）62の所定の格納領域にこの判定結果を保存する。そして、駆動回路18からの次の駆動信号が入力されるタイミングで、駆動／検出切替信号が切替手段23に再び入力され、駆動回路18と静電アクチュエータ120とを接続する。駆動回路18は、一旦駆動電圧を印加するとグラウンド（GND）レベルを維持するので、切替手段23によって上記のような切り替えを行っている（図20のタイミングチャート参照）。これにより、駆動回路18からの外乱などに影響されることなく、静電アクチュエータ120の振動板121の残留振動波形を正確に検出することができる。

【0106】

なお、本発明では、残留振動波形データは、比較器152により矩形波化したものに限定されない。例えば、オペアンプ151から出力された残留振動振幅データは、比較器152により比較処理を行うことなく、A/D変換を行う計測手段17によって随時数値化され、その数値化されたデータに基づいて、判定手段20により吐出異常の有無などを判定し、この判定結果を記憶手段62に記憶するように構成してもよい。

【0107】

また、ノズル110のメニスカス（ノズル110内インクが大気と接する面）は、振動板121の残留振動に同期して振動するため、インクジェットヘッド100は、インク滴の吐出動作後、このメニスカスの残留振動が音響抵抗 r によって概ね決まった時間で減衰するのを待ってから（所定の時間待機して）、次の吐出動作を行っている。本発明では、この待機時間を有効に利用して振動板121の残留振動を検出しているので、インクジェットヘッド100の駆動に影響しない吐出異常検出を行うことができる。すなわち、インクジェットプリンタ1（液滴吐出装置）のスループットを低下させることなく、インクジェットヘッド100のノズル110の吐出異常検出・判定処理を実行することができる。

【0108】

上述のように、インクジェットヘッド100のキャビティ141内に気泡が混入した場合には、正常吐出時の振動板121の残留振動波形に比べて、周波数が高くなるので、その周期は逆に正常吐出時の残留振動の周期よりも短くなる。また、ノズル110付近のインクが乾燥により増粘、固着した場合には、残留振動が過減衰となり、正常吐出時の残留振動波形に比べて、周波数が相当低くなるので、その周期は正常吐出時の残留振動の周期よりもかなり長くなる。また、ノズル110の出口付近に紙粉が付着した場合には、残留振動の周波数は、正常吐出時の残留振動の周波数よりも低く、しかし、インクの乾燥時の残留振動の周波数よりも高くなるので、その周期は、正常吐出時の残留振動の周期よりも長く、インク乾燥時の残留振動の周期よりも短くなる。

【0109】

したがって、正常吐出時の残留振動の周期として、所定の範囲 T_r を設け、また、ノズル110出口に紙粉が付着した場合における残留振動の周期と、ノズル110の出口付近でインクが乾燥した場合における残留振動の周期とを区別するために、所定のしきい値（所定の閾値） T_1 を設定することにより、このようなインクジェットヘッド100の吐出異常の原因を決定することができる。判定手段20は、上記吐出異常検出・判定処理によって検出された残留振動波形の周期 T_w が所定の範囲の周期であるか否か、また、所定のしきい値よりも長いか否かを判定し、それによって、吐出異常の原因を判定する。

【0110】

次に、本発明の液滴吐出装置の動作を、上述のインクジェットプリンタ1の構成に基づいて説明する。まず、1つのインクジェットヘッド100のノズル110に対する吐出異常検出・判定処理（駆動／検出切替処理を含む）について説明する。図24は、本発明の液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定処理を示すフローチャートである。印刷される印字データ（フラッシング動作における吐出データでもよい）がホストコンピュータ8からインターフェース（IF）9を介して制御部6に入力されると、所定のタイミングでこの吐出異常検出・判定処理が実行される。なお、説明の都合上、この図24に示すフローチャートでは、1つのインクジェットヘッド100、すなわち、1つのノズル110の吐出動作に対応する吐出異常検出・判定処理を示す。

【0111】

まず、印字データ（吐出データ）に対応する駆動信号がヘッドドライバ33の駆動回路18から入力され、それにより、図20のタイミングチャートに示すような駆動信号のタイミングに基づいて、静電アクチュエータ120の両電極間に駆動信号（電圧信号）が印加される（ステップS101）。そして、制御部6は、駆動／検出切替信号に基づいて、吐出したインクジェットヘッド100が駆動休止期間であるか否かを判断する（ステップS102）。ここで、駆動／検出切替信号は、駆動信号の立ち下がりエッジに同期してHighレベルとなり（図20参照）、制御部6から切替手段23に入力される。

【0112】

駆動／検出切替信号が切替手段23に入力されると、切替手段23によって、静電アクチュエータ120、すなわち、発振回路11を構成するコンデンサは、駆動回路18から切り離され、吐出異常検出手段10（検出回路）側、すなわち、残留振動検出手段16の発振回路11に接続される（ステップS103）。そして、後述する残留振動検出処理を実行し（ステップS104）、計測手段17は、この残留振動検出処理において検出された残留振動波形データから所定の数値を計測する（ステップS105）。ここでは、上述のように、計測手段17は、残留振動波形データからその残留振動の周期を計測する。

【0113】

次いで、判定手段20によって、計測手段の計測結果に基づいて、後述する吐出異常判定処理が実行され（ステップS106）、その判定結果を制御部6のEEPROM（記憶手段）62の所定の格納領域に保存する（ステップS107）。そして、ステップS108においてインクジェットヘッド100が駆動期間であるか否かが判断される。すなわち、駆動休止期間が終了して、次の駆動信号が入力されたか否かが判断され、次の駆動信号が入力されるまで、このステップS108で待機している。

【0114】

次の駆動信号のパルスが入力されるタイミングで、駆動信号の立ち上がりエッジに同期して駆動／検出切替信号がLowレベルになると（ステップS108で「yes」）、切替手段23は、静電アクチュエータ120との接続を、吐出異常検出手段（検出回路）10から駆動回路18に切り替えて（ステップS109）、この吐出異常検出・判定処理を終了する。

【0115】

なお、図24に示すフローチャートでは、計測手段17が残留振動検出処理（残留振動検出手段16）によって検出された残留振動波形から周期を計測する場合について示したが、本発明はこのような場合に限定されず、例えば、計測手段17は、残留振動検出処理において検出された残留振動波形データから、残留振動波形の位相差や振幅などの計測を行ってもよい。

【0116】

次に、図24に示すフローチャートのステップS104における残留振動検出処理（サブルーチン）について説明する。図25は、本発明の残留振動検出処理を示すフローチャートである。上述のように、切替手段23によって、静電アクチュエータ120と発振回路11とを接続すると（図24のステップS103）、発振回路11は、CR発振回路を構成し、静電アクチュエータ120の静電容量の変化（静電アクチュエータ120の振動板121の残留振動）に基づいて、発振する（ステップS201）。

【0117】

上述のタイミングチャートなどに示すように、発振回路11の出力信号（パルス信号）に基づいて、F/V変換回路12において、充電信号、ホールド信号及びクリア信号が生成され、これらの信号に基づいてF/V変換回路12によって発振回路11の出力信号の周波数から電圧に変換するF/V変換処理が行われ（ステップS202）、F/V変換回路12から振動板121の残留振動波形データが出力される。F/V変換回路12から出力された残留振動波形データは、波形整形回路15のコンデンサC3により、DC成分（直流成分）が除去され（ステップS203）、オペアンプ151により、DC成分が除去された残留振動波形（AC成分）が増幅される（ステップS204）。

【0118】

増幅後の残留振動波形データは、所定の処理により波形整形され、パルス化される（ステップS205）。すなわち、本実施形態では、比較器152において、直流電圧源Vref2によって設定された電圧値（所定の電圧値）とオペアンプ151の出力電圧とが比較される。比較器152は、この比較結果に基づいて、2値化された波形（矩形波）を出力する。この比較器152の出力信号は、残留振動検出手段16の出力信号であり、吐出異常判定処理を行うために、計測手段17に出力され、この残留振動検出処理が終了する。

【0119】

次に、図24に示すフローチャートのステップS106における吐出異常判定処理（サブルーチン）について説明する。図26は、本発明の制御部6及び判定手段20によって実行される吐出異常判定処理を示すフローチャートである。判

定手段20は、上述の計測手段17によって計測された周期などの計測データ（計測結果）に基づいて、該当するインクジェットヘッド100からインク滴が正常に吐出したか否か、正常に吐出していない場合、すなわち、吐出異常の場合にはその原因が何かを判定する。

【0120】

まず、制御部6は、EEPROM62に保存されている残留振動の周期の所定の範囲 T_r 及び残留振動の周期の所定のしきい値 T_1 を判定手段20に出力する。残留振動の周期の所定の範囲 T_r は、正常吐出時の残留振動周期に対して、正常と判定できる許容範囲を持たせたものである。これらのデータは、判定手段20の図示しないメモリに格納され、以下の処理が実行される。

図24のステップS105において計測手段17によって計測された計測結果が判定手段20に入力される（ステップS301）。ここで、本実施形態では、計測結果は、振動板121の残留振動の周期 T_w である。

【0121】

ステップS302において、判定手段20は、残留振動の周期 T_w が存在するか否か、すなわち、吐出異常検出手段10によって残留振動波形データが得られなかったか否かを判定する。残留振動の周期 T_w が存在しないと判定された場合には、判定手段20は、そのインクジェットヘッド100のノズル110は吐出異常検出・判定処理においてインク滴を吐出していない未吐出ノズルであると判定する（ステップS306）。また、残留振動波形データが存在すると判定された場合には、続いて、ステップS303において、判定手段20は、その周期 T_w が正常吐出時の周期と認められる所定の範囲 T_r 内にあるか否かを判定する。

【0122】

残留振動の周期 T_w が所定の範囲 T_r 内にあると判定された場合には、対応するインクジェットヘッド100からインク滴が正常に吐出されたことを意味し、判定手段20は、そのインクジェットヘッド100のノズル110は正常にインク滴と吐出した（正常吐出）と判定する（ステップS307）。また、残留振動の周期 T_w が所定の範囲 T_r 内にないと判定された場合には、続いて、ステップS304において、判定手段20は、残留振動の周期 T_w が所定の範囲 T_r より

も短いか否かを判定する。

【0123】

残留振動の周期 T_w が所定の範囲 T_r よりも短いと判定された場合には、残留振動の周波数が高いことを意味し、上述のように、インクジェットヘッド100のキャビティ141内に気泡が混入しているものと考えられ、判定手段20は、そのインクジェットヘッド100のキャビティ141に気泡が混入しているもの（気泡混入）と判定する（ステップS308）。

【0124】

また、残留振動の周期 T_w が所定の範囲 T_r よりも長いと判定された場合には、続いて、判定手段20は、残留振動の周期 T_w が所定のしきい値 T_1 よりも長いか否かを判定する（ステップS305）。残留振動の周期 T_w が所定のしきい値 T_1 よりも長いと判定された場合には、残留振動が過減衰であると考えられ、判定手段20は、そのインクジェットヘッド100のノズル110付近のインクが乾燥により増粘しているもの（乾燥）と判定する（ステップS309）。

【0125】

そして、ステップS305において、残留振動の周期 T_w が所定のしきい値 T_1 よりも短いと判定された場合には、この残留振動の周期 T_w は、 $T_r < T_w < T_1$ を満たす範囲の値であり、上述のように、乾燥よりも周波数が高いノズル110の出口付近への紙粉付着であると考えられ、判定手段20は、そのインクジェットヘッド100のノズル110出口付近に紙粉が付着しているもの（紙粉付着）と判定する（ステップS310）。

このように、判定手段20によって、対象となるインクジェットヘッド100の正常吐出あるいは吐出異常の原因などが判定されると（ステップS306～S310）、その判定結果は、制御部6に出力され、この吐出異常判定処理を終了する。

【0126】

次に、複数のインクジェットヘッド（液滴吐出ヘッド）100、すなわち、複数のノズル110を有するヘッドユニット35を備えるインクジェットプリンタ1を想定し（本実施形態では、ヘッドユニット35は、5つのインクジェットヘ

ヘッド100a～100e（すなわち、5つのノズル110）を備えているが、印字手段3が備えるヘッドユニット35の数量や、各ヘッドユニット35が備えるインクジェットヘッド100（ノズル110）の数量は、これに限定されず、いくつであってもよい）、そのインクジェットプリンタ1における各色のインクに対応する複数の吐出選択手段（ノズルセレクタ）182と、各インクジェットヘッド100の吐出異常検出・判定のタイミングについて説明する。図27～図30は、複数の吐出選択手段182を備えるインクジェットプリンタ1における吐出異常検出・判定タイミングのいくつかの例を示すブロック図である。以下、各図の構成例を順次説明する。

【0127】

図27は、複数のインクジェットヘッド100の吐出異常検出のタイミングの一例（吐出異常検出手段10が1つの場合）である。この図27に示すように、複数のインクジェットヘッド100a～100eを有するインクジェットプリンタ1は、駆動波形を生成する駆動波形生成手段181と、いずれのノズル110からインク滴を吐出するかを選択することができる吐出選択手段182と、この吐出選択手段182によって選択され、駆動波形生成手段181によって駆動される複数のインクジェットヘッド100a～100eとを備えている。なお、図27の構成では、上記以外の構成は図2、図16及び図23に示したものと同様であるため、その説明を省略する。

【0128】

なお、本実施形態では、駆動波形生成手段181及び吐出選択手段182は、ヘッドドライバ33の駆動回路18に含まれるものとして説明するが（図27では、切替手段23を介して2つのブロックとして示しているが、一般的には、いずれもヘッドドライバ33内に構成される）、本発明はこの構成に限定されず、例えば、駆動波形生成手段181は、ヘッドドライバ33とは独立した構成としてもよい。

【0129】

この図27に示すように、吐出選択手段182は、シフトレジスタ182aと、ラッチ回路182bと、ドライバ182cとを備えている。シフトレジスタ1

82aには、図2に示すホストコンピュータ8から出力され、制御部6において所定の処理をされた印字データ（吐出データ）と、クロック信号（CLK）が順次入力される。この印字データは、クロック信号（CLK）の入力パルスに応じて（クロック信号の入力の度に）シフトレジスタ182aの初段から順次後段側にシフトして入力され、各インクジェットヘッド100a～100eに対応する印字データとしてラッチ回路182bに出力される。なお、後述する吐出異常検出・判定処理では、印字データではなくフラッシング（予備吐出）時の吐出データが入力されるが、この吐出データとは、すべてのインクジェットヘッド100a～100eに対する印字データを意味している。なお、フラッシング時は、ラッチ回路182bのすべての出力が吐出となる値に設定されるようにハード的に処理をしてもよい。

【0130】

ラッチ回路182bは、ヘッドユニット35のノズル110の数、すなわち、インクジェットヘッド100の数に対応する印字データがシフトレジスタ182aに格納された後、入力されるラッチ信号によってシフトレジスタ182aの各出力信号をラッチする。ここで、CLEAR信号が入力された場合には、ラッチ状態が解除され、ラッチされていたシフトレジスタ182aの出力信号は0（ラッチの出力停止）となり、印字動作は停止される。CLEAR信号が入力されていない場合には、ラッチされたシフトレジスタ182aの印字データがドライバ182cに出力される。シフトレジスタ182aから出力される印字データがラッチ回路182bによってラッチされた後、次の印字データをシフトレジスタ182aに入力し、印字タイミングに合わせてラッチ回路182bのラッチ信号を順次更新している。

【0131】

ドライバ182cは、駆動波形生成手段181と各インクジェットヘッド100の静電アクチュエータ120とを接続するものであり、ラッチ回路182bから出力されるラッチ信号で指定（特定）された各静電アクチュエータ120（インクジェットヘッド100a～100eのいずれかあるいはすべての静電アクチュエータ120）に駆動波形生成手段181の出力信号（駆動信号）を入力し、

それによって、その駆動信号（電圧信号）が静電アクチュエータ120の両電極間に印加される。

【0132】

この図27に示すインクジェットプリンタ1は、複数のインクジェットヘッド100a～100eを駆動する1つの駆動波形生成手段181と、各インクジェットヘッド100a～100eのいずれかのインクジェットヘッド100に対して吐出異常（インク滴不吐出）を検出する吐出異常検出手段10と、この吐出異常検出手段10によって得られた吐出異常の原因などの判定結果を保存（格納）する記憶手段62と、駆動波形生成手段181と吐出異常検出手段10とを切り替える1つの切替手段23とを備えている。したがって、このインクジェットプリンタ1は、駆動波形生成手段181から入力される駆動信号に基づいて、ドライバ182cによって選択された1つ又は複数のインクジェットヘッド100を駆動し、駆動／検出切替信号が吐出駆動動作後に切替手段23に入力されることによって、切替手段23が駆動波形生成手段181から吐出異常検出手段10にインクジェットヘッド100の静電アクチュエータ120との接続を切り替えた後、振動板121の残留振動波形に基づいて、吐出異常検出手段10によって、そのインクジェットヘッド100のノズル110における吐出異常（インク滴不吐出）を検出し、吐出異常の場合にはその原因を判定するものである。

【0133】

そして、このインクジェットプリンタ1は、1つのインクジェットヘッド100のノズル110について吐出異常を検出・判定すると、次に駆動波形生成手段181から入力される駆動信号に基づいて、次に指定されたインクジェットヘッド100のノズル110について吐出異常を検出・判定し、以下同様に、駆動波形生成手段181の出力信号によって駆動されるインクジェットヘッド100のノズル110についての吐出異常を順次検出・判定する。そして、上述のように、残留振動検出手段16が振動板121の残留振動波形を検出すると、計測手段17がその波形データに基づいて残留振動波形の周期などを計測し、判定手段20が、計測手段17の計測結果に基づいて、正常吐出か吐出異常か、及び、吐出異常（ヘッド異常）の場合には吐出異常の原因を判定して、記憶手段62にその

判定結果を出力する。

【0134】

このように、この図27に示すインクジェットプリンタ1では、複数のインクジェットヘッド100a～100eの各ノズル110についてインク滴吐出駆動動作の際に順次吐出異常を検出・判定する構成としているので、吐出異常検出手段10と切替手段23とを1つずつ備えるだけによく、吐出異常を検出・判定可能なインクジェットプリンタ1の回路構成をスケールダウンできるとともに、その製造コストの増加を防止することができる。

【0135】

図28は、複数のインクジェットヘッド100の吐出異常検出のタイミングの一例（吐出異常検出手段10の数がインクジェットヘッド100の数と同じ場合）である。この図28に示すインクジェットプリンタ1は、1つの吐出選択手段182と、5つの吐出異常検出手段10a～10eと、5つの切替手段23a～23eと、5つのインクジェットヘッド100a～100eに共通の1つの駆動波形生成手段181と、1つの記憶手段62とを備えている。なお、各構成要素は、図27の説明において既に上述しているので、その説明を省略し、これらの接続について説明する。

【0136】

図27に示す場合と同様に、吐出選択手段182は、ホストコンピュータ8から入力される印字データ（吐出データ）とクロック信号CLKに基づいて、各インクジェットヘッド100a～100eに対応する印字データをラッチ回路182bにラッチし、駆動波形生成手段181からドライバ182cに入力される駆動信号（電圧信号）に応じて、印字データに対応するインクジェットヘッド100a～100eの静電アクチュエータ120を駆動させる。駆動／検出切替信号は、すべてのインクジェットヘッド100a～100eに対応する切替手段23a～23eにそれぞれ入力され、切替手段23a～23eは、対応する印字データ（吐出データ）の有無にかかわらず、駆動／検出切替信号に基づいて、インクジェットヘッド100の静電アクチュエータ120に駆動信号を入力後、駆動波形生成手段181から吐出異常検出手段10a～10eにインクジェットヘッド

100との接続を切り替える。

【0137】

すべての吐出異常検出手段10a～10eにより、それぞれのインクジェットヘッド100a～100eの吐出異常を検出・判定した後、その検出・判定処理で得られたすべてのインクジェットヘッド100a～100eの判定結果が、記憶手段62に出力され、記憶手段62は、各インクジェットヘッド100a～100eの吐出異常の有無及び吐出異常の原因を所定の保存領域に格納する。

【0138】

このように、この図28に示すインクジェットプリンタ1では、複数のインクジェットヘッド100a～100eの各ノズル110に対応して複数の吐出異常検出手段10a～10eを設け、それらに対応する複数の切替手段23a～23eによって切替動作を行って、吐出異常検出及びその原因判定を行っているので、一度にすべてのノズル110について短時間に吐出異常検出及びその原因判定を行うことができる。

【0139】

図29は、複数のインクジェットヘッド100の吐出異常検出のタイミングの一例（吐出異常検出手段10の数がインクジェットヘッド100の数と同じであり、印字データがあるときに吐出異常検出を行う場合）である。この図29に示すインクジェットプリンタ1は、図28に示すインクジェットプリンタ1の構成に、切替制御手段19を追加（付加）したものである。本実施形態では、この切替制御手段19は、複数のAND回路（論理積回路）ANDa～ANDeから構成され、各インクジェットヘッド100a～100eに入力される印字データと、駆動／検出切替信号とが入力されると、対応する切替手段23a～23eにHighレベルの出力信号を出力するものである。なお、切替制御手段19はAND回路（論理積回路）に限定されず、駆動するインクジェットヘッド100が選択されるラッチ回路182bの出力に一致した切替手段23が選択されるように構成されればよい。

【0140】

各切替手段23a～23eは、切替制御手段19のそれぞれ対応するAND回

路ANDa～ANDeの出力信号に基づいて、駆動波形生成手段181からそれぞれ対応する吐出異常検出手段10a～10eへ、対応するインクジェットヘッド100a～100eの静電アクチュエータ120との接続を切り替える。具体的には、対応するAND回路ANDa～ANDeの出力信号がHighレベルであるとき、すなわち、駆動／検出切替信号がHighレベルの状態で対応するインクジェットヘッド100a～100eに入力される印字データがラッチ回路182bからドライバ182cに出力されている場合には、そのAND回路に対応する切替手段23a～23eは、対応するインクジェットヘッド100a～100eへの接続を、駆動波形生成手段181から吐出異常検出手段10a～10eに切り替える。

【0141】

印字データが入力されたインクジェットヘッド100に対応する吐出異常検出手段10a～10eにより、インクジェットヘッド100の吐出異常の有無及び吐出異常の場合にはその原因を検出した後、その吐出異常検出手段10は、その検出・判定処理で得られた判定結果を記憶手段62に出力する。記憶手段62は、このように入力された（得られた）1又は複数の判定結果を所定の保存領域に格納する。

【0142】

このように、この図29に示すインクジェットプリンタ1では、複数のインクジェットヘッド100a～100eの各ノズル110に対応して複数の吐出異常検出手段10a～10eを設け、それぞれのインクジェットヘッド100a～100eに対応する印字データがホストコンピュータ8から制御部6を介して吐出選択手段182に入力されたときに、切替制御手段19によって指定された切替手段23a～23eのみが所定の切替動作を行って、インクジェットヘッド100の吐出異常検出及びその原因判定を行っているので、吐出駆動動作をしていないインクジェットヘッド100についてはこの検出・判定処理を行わない。したがって、このインクジェットプリンタ1によって、無駄な検出及び判定処理を回避することができる。

【0143】

図30は、複数のインクジェットヘッド100の吐出異常検出のタイミングの一例（吐出異常検出手段10の数がインクジェットヘッド100の数と同じであり、各インクジェットヘッド100を巡回して吐出異常検出を行う場合）である。この図30に示すインクジェットプリンタ1は、図29に示すインクジェットプリンタ1の構成において吐出異常検出手段10を1つとし、駆動／検出切替信号を走査する（検出・判定処理を実行するインクジェットヘッド100を1つずつ特定する）切替選択手段19aを追加したものである。

【0144】

この切替選択手段19aは、図29に示す切替制御手段19に接続されるものであり、制御部6から入力される走査信号（選択信号）に基づいて、複数のインクジェットヘッド100a～100eに対応するAND回路ANDa～ANDeへの駆動／検出切替信号の入力を走査する（選択して切り替える）セレクタである。この切替選択手段19aの走査（選択）順は、シフトレジスタ182aに入力される印字データの順、すなわち、複数のインクジェットヘッド100の吐出順であってもよいが、単純に複数のインクジェットヘッド100a～100eの順であってもよい。なお、図30に示す構成では、この切替選択手段19aと切替制御手段19とが、吐出異常検出手段10が複数のインクジェットヘッド100a～100eのノズル110のいずれのノズル110に対して吐出異常を検出するかを決定する検出決定手段を構成する。

【0145】

走査順がシフトレジスタ182aに入力される印字データの順である場合、吐出選択手段182のシフトレジスタ182aに印字データが入力されると、その印字データはラッチ回路182bにラッチされ、ラッチ信号の入力によりドライバ182cに出力される。印字データのシフトレジスタ182aへの入力、あるいはラッチ信号のラッチ回路182bへの入力に同期して、印字データに対応するインクジェットヘッド100を特定するための走査信号が切替選択手段19aに入力され、対応するAND回路に駆動／検出切替信号が出力される。なお、切替選択手段19aの出力端子は、非選択時にはLOWレベルを出力する。

【0146】

その対応するAND回路（切替制御手段19）は、ラッチ回路182bから入力された印字データと、切替選択手段19aから入力された駆動／検出切替信号とを論理積演算することにより、Highレベルの出力信号を対応する切替手段23に出力する。そして、切替制御手段19からHighレベルの出力信号が入力された切替手段23は、対応するインクジェットヘッド100の静電アクチュエータ120への接続を、駆動波形生成手段181から吐出異常検出手段10に切り替える。

吐出異常検出手段10は、印字データが入力されたインクジェットヘッド100の吐出異常を検出し、吐出異常がある場合にはその原因を判定した後、その判定結果を記憶手段62に出力する。そして、記憶手段62は、このように入力された（得られた）判定結果を所定の保存領域に格納する。

【0147】

また、走査順が単純なインクジェットヘッド100a～100eの順である場合、吐出選択手段182のシフトレジスタ182aに印字データが入力されると、その印字データはラッチ回路182bにラッチされ、ラッチ信号の入力によりドライバ182cに出力される。印字データのシフトレジスタ182aへの入力、あるいはラッチ信号のラッチ回路182bへの入力に同期して、印字データに対応するインクジェットヘッド100を特定するための走査（選択）信号が切替選択手段19aに入力され、切替制御手段19の対応するAND回路に駆動／検出切替信号が出力される。

【0148】

ここで、切替選択手段19aに入力された走査信号により定められたインクジェットヘッド100に対する印字データがシフトレジスタ182aに入力されたときには、それに対応するAND回路（切替制御手段19）の出力信号がHighレベルとなり、切替手段23は、対応するインクジェットヘッド100への接続を、駆動波形生成手段181から吐出異常検出手段10に切り替える。しかしながら、上記印字データがシフトレジスタ182aに入力されないときには、AND回路の出力信号はLowレベルであり、対応する切替手段23は、所定の切替動作を実行しない。したがって、切替選択手段19aの選択結果と切替制御手

段19によって指定された結果との論理積に基づいて、インクジェットヘッド100の吐出異常検出・判定処理が行われる。

【0149】

切替手段23によって切替動作が行われた場合には、上記と同様に、吐出異常検出手段10は、印字データが入力されたインクジェットヘッド100の吐出異常を検出し、吐出異常がある場合にはその原因を判定した後、その判定結果を記憶手段62に出力する。そして、記憶手段62は、このように入力された（得られた）判定結果を所定の保存領域に格納する。

【0150】

なお、切替選択手段19aで特定されたインクジェットヘッド100に対する印字データがないときには、上述のように、対応する切替手段23が切替動作を実行しないので、吐出異常検出手段10による吐出異常検出・判定処理を実行する必要はないが、そのような処理が実行されてもよい。切替動作が行われずに吐出異常検出・判定処理が実行された場合、吐出異常検出手段10の判定手段20は、図26のフローチャートに示すように、対応するインクジェットヘッド100のノズル110を未吐出ノズルであると判定し（ステップS306）、その判定結果を記憶手段62の所定の保存領域に格納する。

【0151】

このように、この図30に示すインクジェットプリンタ1では、図28又は図29に示すインクジェットプリンタ1とは異なり、複数のインクジェットヘッド100a～100eの各ノズル110に対して1つの吐出異常検出手段10のみを設け、それぞれのインクジェットヘッド100a～100eに対応する印字データがホストコンピュータ8から制御部6を介して吐出選択手段182に入力され、それと同時に走査（選択）信号により特定されて、その印字データに応じて吐出駆動動作をするインクジェットヘッド100に対応する切替手段23のみが切替動作を行って、対応するインクジェットヘッド100の吐出異常検出及びその原因判定を行っているので、一度に大量の検出結果を処理することができなく制御部6のCPU61への負担を軽減することができる。また、吐出異常検出手段10が吐出動作とは別にノズルの状態を巡回しているため、駆動印字中でも1ノズ

ル毎に吐出の異常を把握することができ、ヘッドユニット35全体のノズル110の状態を知ることができる。これにより、例えば、定期的に吐出異常の検出を行っているために、印刷停止中に1ノズル毎に吐出の異常を検出する工程を少なくすることができる。以上から、効率的にインクジェットヘッド100の吐出異常検出及びその原因判定を行うことができる。

【0152】

また、図28又は図29に示すインクジェットプリンタ1とは異なり、図30に示すインクジェットプリンタ1は、吐出異常検出手段10を1つのみ備えていればよいので、図28及び図29に示すインクジェットプリンタ1に比べ、インクジェットプリンタ1の回路構成をスケールダウンすることができるとともに、その製造コストの増加を防止することができる。

【0153】

次に、図27～図30に示すプリンタ1の動作、すなわち、複数のインクジェットヘッド100を備えるインクジェットプリンタ1における吐出異常検出・判定処理（主に、検出タイミング）について説明する。本発明の液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定処理（多ノズルにおける処理）は、各インクジェットヘッド100の静電アクチュエータ120がインク滴吐出動作を行ったときの振動板121の残留振動を検出し、その残留振動の周期に基づいて、該当するインクジェット100に対し吐出異常（ドット抜け、インク滴不吐出）が生じているか否か、ドット抜け（インク滴不吐出）が生じた場合には、その原因が何であるかを判定している。このように、本発明では、インクジェットヘッド100によるインク滴（液滴）の吐出動作が行われれば、これらの検出・判定処理を実行できるが、インクジェットヘッド100がインク滴を吐出するのは、実際に記録用紙Pに印刷（プリント）している場合だけでなく、フラッシング動作（予備吐出あるいは予備的吐出）をしている場合もある。以下、この2つの場合について、本発明の液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定処理（多ノズル）を説明する。

【0154】

ここで、フラッシング（予備吐出）処理とは、図1では図示していないキャップの装着時や、記録用紙P（メディア）にインク滴（液滴）がかからない場所に

において、ヘッドユニット35のすべてのあるいは対象となるインクジェットヘッド100のノズル110からインク滴を吐出するヘッドクリーニング動作である。このフラッシング処理（フラッシング動作）は、例えば、ノズル110内のインク粘度を適正範囲の値に保持するために、定期的にキャビティ141内のインクを排出する際に実施したり、あるいは、インク増粘時の回復動作としても実施したりされる。さらに、フラッシング処理は、インクカートリッジ31を印字手段3に装着した後に、インクを各キャビティ141に初期充填する場合にも実施される。

【0155】

また、ノズルプレート（ノズル面）150をクリーニングするためにワイピング処理（ヘッドユニット35のヘッド面に付着している付着物（紙粉やごみなど）を、図1では図示していないワイパで拭き取る処置）を行う場合があるが、このときノズル110内が負圧になって、他の色のインク（他の種類の液滴）を引込んでしまう可能性がある。そのため、ワイピング処理後に、ヘッドユニット35のすべてのノズル110から一定量のインク滴を吐出させるためにもフラッシング処理が実施される。さらに、フラッシング処理は、ノズル110のメニスカスの状態を正常に保持して良好な印字を確保するために適時に実施され得る。

まず、図31～図33に示すフローチャートを参照して、フラッシング処理時における吐出異常検出・判定処理について説明する。なお、これらのフローチャートは、図27～図30のブロック図を参照しながら説明する（以下、印字動作時においても同様）。図31は、図27に示すインクジェットプリンタ1のフラッシング動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。

【0156】

所定のタイミングにおいて、インクジェットプリンタ1のフラッシング処理が実行されるとき、この図31に示す吐出異常検出・判定処理が実行される。制御部6は、吐出選択手段182のシフトレジスタ182aに1ノズル分の吐出データを入力し（ステップS401）、ラッチ回路182bにラッチ信号が入力されて（ステップS402）、この吐出データがラッチされる。そのとき、切替手段

23は、その吐出データの対象であるインクジェットヘッド100の静電アクチュエータ120と駆動波形生成手段181とを接続する（ステップS403）。

【0157】

そして、吐出異常検出手段10によって、インク吐出動作を行ったインクジェットヘッド100に対して、図24のフローチャートに示す吐出異常検出・判定処理が実行される（ステップS404）。ステップS405において、制御部6は、吐出選択手段182に出力した吐出データに基づいて、図27に示すインクジェットプリンタ1のすべてのインクジェットヘッド100a～100eのノズル110について吐出異常検出・判定処理が終了したか否かを判断する。そして、すべてのノズル110についてこれらの処理が終わっていないと判断されるときには、制御部6は、シフトレジスタ182aに次のインクジェットヘッド100のノズル110に対応する吐出データを入力し（ステップS406）、ステップS402に移行して同様の処理を繰り返す。

【0158】

また、ステップS405において、すべてのノズル110について上述の吐出異常検出及び判定処理が終わったと判断される場合には、制御部6は、ラッチ回路182bにCLEAR信号を入力し（ステップS407）、ラッチ回路182bのラッチ状態を解除して、図27に示すインクジェットプリンタ1における吐出異常検出・判定処理を終了する。

【0159】

上述のように、この図27に示すプリンタ1における吐出異常検出・判定処理では、1つの吐出異常検出手段10と1つの切替手段23とから検出回路が構成されているので、吐出異常検出・判定処理は、インクジェットヘッド100の数だけ繰り返されるが、吐出異常検出手段10を構成する回路はそれほど大きくならないという効果を有する。

【0160】

次いで、図32は、図28及び図29に示すインクジェットプリンタ1のラッシング動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。図28に示すインクジェットプリンタ1と図29に示すインクジェットプリン

タ1とは回路構成が若干異なるが、吐出異常検出手段10及び切替手段23の数が、インクジェットヘッド100の数に対応する（同じである）点で一致している。そのため、フラッシング動作時における吐出異常検出・判定処理は、同様のステップから構成される。

【0161】

所定のタイミングにおいて、インクジェットプリンタ1のフラッシング処理が実行されるとき、制御部6は、吐出選択手段182のシフトレジスタ182aに全ノズル分の吐出データを入力し（ステップS501）、ラッチ回路182bにラッチ信号が入力されて（ステップS502）、この吐出データがラッチされる。そのとき、切替手段23a～23eは、すべてのインクジェットヘッド100a～100eと駆動波形生成手段181とをそれぞれ接続する（ステップS503）。

【0162】

そして、それぞれのインクジェットヘッド100a～100eに対応する吐出異常検出手段10a～10eによって、インク吐出動作を行ったすべてのインクジェットヘッド100に対して、図24のフローチャートに示す吐出異常検出・判定処理が並列的に実行される（ステップS504）。この場合、すべてのインクジェットヘッド100a～100eに対する判定結果が、処理対象となるインクジェットヘッド100と関連付けられて、記憶手段62の所定の格納領域に保存される（図24のステップS107）。

【0163】

そして、吐出選択手段182のラッチ回路182bにラッチされている吐出データをクリアするために、制御部6は、CLEAR信号をラッチ回路182bに入力して（ステップS505）、ラッチ回路182bのラッチ状態を解除して、図28及び図29に示すインクジェットプリンタ1における吐出異常検出・判定処理を終了する。

【0164】

上述のように、この図28及び図29に示すプリンタ1における処理では、インクジェットヘッド100a～100eに対応する複数（この実施形態では5つ

) の吐出異常検出手段10と複数の切替手段23とから検出及び判定回路が構成されているので、吐出異常検出・判定処理は、一度にすべてのノズル110について短時間に実行され得るという効果を有する。

【0165】

次いで、図33は、図30に示すインクジェットプリンタ1のフラッシング動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。以下同様に、図30に示すインクジェットプリンタ1の回路構成を用いて、フラッシング動作時における吐出異常検出・判定処理について説明する。

所定のタイミングにおいて、インクジェットプリンタ1のフラッシング処理が実行されるとき、まず、制御部6は、走査信号を切替選択手段(セレクタ)19aに出力し、この切替選択手段19a及び切替制御手段19により、最初の切替手段23a及びインクジェットヘッド100aを設定(特定)する(ステップS601)。そして、吐出選択手段182のシフトレジスタ182aに全ノズル分の吐出データを入力し(ステップS602)、ラッチ回路182bにラッチ信号が入力されて(ステップS603)、この吐出データがラッチされる。そのとき、切替手段23aは、インクジェットヘッド100aの静電アクチュエータ120と駆動波形生成手段181とを接続している(ステップS604)。

【0166】

そして、インク吐出動作を行ったインクジェットヘッド100aに対して、図24のフローチャートに示す吐出異常検出・判定処理が実行される(ステップS605)。この場合、図24のステップS103において、切替選択手段19aの出力信号である駆動/検出切替信号と、ラッチ回路182bから出力された吐出データとがAND回路ANDaに入力され、AND回路ANDaの出力信号がHighレベルとなることにより、切替手段23aは、インクジェットヘッド100aの静電アクチュエータ120と吐出異常検出手段10とを接続する。そして、図24のステップS106において実行される吐出異常判定処理の判定結果が、処理対象となるインクジェットヘッド100(ここでは、100a)と関連付けられて、記憶手段62の所定の格納領域に保存される(図24のステップS107)。

【0167】

ステップS606において、制御部6は、吐出異常検出・判定処理がすべてのノズルに対して終了したか否かを判断する。そして、まだすべてのノズル110について吐出異常検出・判定処理が終了していないと判断された場合には、制御部6は、走査信号を切替選択手段（セレクタ）19aに出力し、この切替選択手段19a及び切替制御手段19により、次の切替手段23b及びインクジェットヘッド100bを設定（特定）し（ステップS607）、ステップS603に移行して、同様の処理を繰り返す。以下、すべてのインクジェットヘッド100について吐出異常検出・判定処理が終了するまでこのループを繰り返す。

【0168】

また、ステップS606において、すべてのノズル110について吐出異常検出・判定処理が終了したと判断される場合には、吐出選択手段182のラッチ回路182bにラッチされている吐出データをクリアするために、制御部6は、CLEAR信号をラッチ回路182bに入力して（ステップS608）、ラッチ回路182bのラッチ状態を解除して、図30に示すインクジェットプリンタ1における吐出異常検出・判定処理を終了する。

【0169】

上述のように、図30に示すインクジェットプリンタ1における処理では、複数の切替手段23と1つの吐出異常検出手段10から検出回路が構成され、切替選択手段（セレクタ）19aの走査信号により特定され、吐出データに応じて吐出駆動をするインクジェットヘッド100に対応する切替手段23のみが切替動作を行って、対応するインクジェットヘッド100の吐出異常検出及び原因判定を行っているので、より効率的にインクジェットヘッド100の吐出異常検出及び原因判定を行うことができる。

【0170】

なお、このフローチャートのステップS602では、シフトレジスタ182aにすべてのノズル110に対応する吐出データを入力しているが、図31に示すフローチャートのように、切替選択手段19aによるインクジェットヘッド100の走査順に合わせて、シフトレジスタ182aに入力する吐出データを対応す

る1つのインクジェットヘッド100に入力し、1ノズル110ずつ吐出異常検出・判定処理を行ってもよい。

【0171】

次に、図34及び図35に示すフローチャートを参照して、印字動作時におけるインクジェットプリンタ1の吐出異常検出・判定処理について説明する。図27に示すインクジェットプリンタ1においては、主に、フラッシング動作時における吐出異常検出・判定処理に適しているので、印字動作時のフローチャート及びその動作説明を省略するが、この図27に示すインクジェットプリンタ1においても印字動作時に吐出異常検出・判定処理が行われてもよい。

【0172】

図34は、図28及び図29に示すインクジェットプリンタ1の印字動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。ホストコンピュータ8からの印刷（印字）指示により、このフローチャートの処理が実行（開始）される。制御部6を介してホストコンピュータ8から印字データが吐出選択手段182のシフトレジスタ182aに入力されると（ステップS701）、ラッチ回路182bにラッチ信号が入力されて（ステップS702）、その印字データがラッチされる。このとき、切替手段23a～23eは、すべてのインクジェットヘッド100a～100eと駆動波形生成手段181とを接続している（ステップS703）。

【0173】

そして、インク吐出動作を行ったインクジェットヘッド100に対応する吐出異常検出手段10は、図24のフローチャートに示す吐出異常検出・判定処理を実行する（ステップS704）。この場合、各インクジェットヘッド100に対応するそれぞれの判定結果が、処理対象となるインクジェットヘッド100と関連付けられて、記憶手段62の所定の格納領域に保存される。

【0174】

ここで、図28に示すインクジェットプリンタ1の場合には、切替手段23a～23eは、制御部6から出力される駆動／検出切替信号に基づいて、インクジェットヘッド100a～100eを吐出異常検出手段10a～10eに接続する

(図24のステップS103)。そのため、印字データの存在しないインクジェットヘッド100では、静電アクチュエータ120が駆動していないので、吐出異常検出手段10の残留振動検出手段16は、振動板121の残留振動波形を検出しない。一方、図29に示すインクジェットプリンタ1の場合には、切替手段23a～23eは、制御部6から出力される駆動／検出切替信号と、ラッチ回路182bから出力される印字データとが入力されるAND回路の出力信号に基づいて、印字データの存在するインクジェットヘッド100を吐出異常検出手段10に接続する(図24のステップS103)。

【0175】

ステップS705において、制御部6は、インクジェットプリンタ1の印字動作が終了したか否かを判断する。そして、印字動作が終わっていないと判断されるときには、制御部6は、ステップS701に移行して、次の印字データをシフトレジスタ182aに入力し、同様の処理を繰り返す。また、印字動作が終了したと判断されるときには、吐出選択手段182のラッチ回路182bにラッチされている吐出データをクリアするために、制御部6は、CLEAR信号をラッチ回路182bに入力して(ステップS706)、ラッチ回路182bのラッチ状態を解除して、図28及び図29に示すインクジェットプリンタ1における吐出異常検出・判定処理を終了する。

【0176】

上述のように、図28及び図29に示すインクジェットプリンタ1は、複数の切替手段23a～23eと、複数の吐出異常検出手段10a～10eとを備え、一度にすべてのインクジェットヘッド100に対して吐出異常検出・判定処理を行っているので、これらの処理を短時間に行うことができる。また、図29に示すインクジェットプリンタ1は、切替制御手段19、すなわち、駆動／検出切替信号と印字データとを論理積演算するAND回路ANDa～ANDeをさらに備え、印字動作を行うインクジェットヘッド100のみに対して切替手段23による切替動作を行っているので、無駄な検出を行うことなく、吐出異常検出・判定処理を行うことができる。

【0177】

次いで、図35は、図30に示すインクジェットプリンタ1の印字動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。ホストコンピュータ8からの印刷指示により、図30に示すインクジェットプリンタ1においてこのフローチャートの処理が実行される。まず、切替選択手段19aは、最初の切替手段23a及びインクジェットヘッド100aを予め設定（特定）しておく（ステップS801）。

【0178】

制御部6を介してホストコンピュータ8から印字データが吐出選択手段182のシフトレジスタ182aに入力されると（ステップS802）、ラッチ回路182bにラッチ信号が入力されて（ステップS803）、その印字データがラッチされる。ここで、切替手段23a～23eは、この段階では、すべてのインクジェットヘッド100a～100eと駆動波形生成手段181（吐出選択手段182のドライバ182c）とを接続している（ステップS804）。

【0179】

そして、制御部6は、インクジェットヘッド100aに印字データがある場合には、切替選択手段19aによって吐出動作後静電アクチュエータ120が吐出異常検出手段10に接続され（図24のステップS103）、図24（図25）のフローチャートに示す吐出異常検出・判定処理を実行する（ステップS805）。そして、図24のステップS106において実行される吐出異常判定処理の判定結果が、処理対象となるインクジェットヘッド100（ここでは、100a）と関連付けられて、記憶手段62の所定の格納領域に保存される（図24のステップS107）。

【0180】

ステップS806において、制御部6は、すべてのノズル110（すべてのインクジェットヘッド100）について上述の吐出異常検出・判定処理を終了したか否かを判断する。そして、すべてのノズル110について上記処理が終了したと判断される場合には、制御部6は、走査信号に基づいて、また最初のノズル110に対応する切替手段23aを設定し（ステップS808）、すべてのノズル110について上記処理が終了していないと判断される場合には、次のノズル1

10に対応する切替手段23bを設定する（ステップS807）。

【0181】

ステップS809において、制御部6は、ホストコンピュータ8から指示された所定の印字動作が終了したか否かを判断する。そして、まだ印字動作が終了していないと判断された場合には、次の印字データがシフトレジスタ182aに入力され（ステップS802）、同様の処理を繰り返す。印字動作が終了したと判断された場合には、吐出選択手段182のラッチ回路182bにラッチされている吐出データをクリアするために、制御部6は、CLEAR信号をラッチ回路182bに入力して（ステップS810）、ラッチ回路182bのラッチ状態を解除して、図30に示すインクジェットプリンタ1における吐出異常検出・判定処理を終了する。

【0182】

以上のように、本発明の液滴吐出装置（インクジェットプリンタ1）は、振動板121と、振動板121を変位させる複数の静電アクチュエータ120と、内部に液体が充填され、振動板121の変位により、該内部の圧力が変化（増減）されるキャビティ141と、キャビティ141に連通し、キャビティ141内の圧力の変化（増減）により液体を液滴として吐出するノズル110とを有するインクジェットヘッド（液滴吐出ヘッド）100を複数個備え、これらの静電アクチュエータ120を駆動する駆動波形生成手段181と、複数のノズル110のうちいずれのノズル110から液滴を吐出するかを選択する吐出選択手段182と、振動板121の残留振動を検出し、この検出された振動板121の残留振動に基づいて、液滴の吐出の異常を検出する1つ又は複数の吐出異常検出手段10と、静電アクチュエータ120の駆動による液滴の吐出動作後、駆動／検出切替信号や印字データ、あるいは走査信号に基づいて、静電アクチュエータ120を駆動波形生成手段181から吐出異常検出手段10に切り替える1つ又は複数の切替手段23とを備え、一度（並列的）あるいは順次に複数のノズル110の吐出異常を検出することとした。

【0183】

したがって、本発明の液滴吐出装置及び液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定

方法によって、吐出異常検出及びその原因判定を短時間に行うことができるとともに、吐出異常検出手段10を含む検出回路の回路構成をスケールダウンすることができ、液滴吐出装置の製造コストの増加を防止することができる。また、静電アクチュエータ120の駆動後、吐出異常検出手段10に切り替えて吐出異常検出及び原因判定を行っているので、アクチュエータの駆動に影響を与えることがなく、それによって、本発明の液滴吐出装置のスループットを低下又は悪化させることがない。また、所定の構成要素を備えている既存の液滴吐出装置（インクジェットプリンタ）に、本発明の吐出異常検出手段10を装備することも可能である。

【0184】

また、本発明の液滴吐出装置は、上記構成と異なり、複数の切替手段23と、切替制御手段19と、1つあるいはノズル110の数量と対応する複数の吐出異常検出手段10とを備え、駆動／検出切替信号及び吐出データ（印字データ）、あるいは、走査信号、駆動／検出切替信号及び吐出データ（印字データ）に基づいて、対応する静電アクチュエータ120を駆動波形生成手段181又は吐出選択手段182から吐出異常検出手段10に切り替えて、吐出異常検出及び原因判定を行うこととした。

【0185】

したがって、本発明の液滴吐出装置によって、吐出データ（印字データ）が入力されていない、すなわち、吐出駆動動作をしていない静電アクチュエータ120に対応する切替手段は切替動作を行わないので、無駄な検出・判定処理を回避することができる。また、切替選択手段19aを利用する場合には、液滴吐出装置は、1つの吐出異常検出手段10のみを備えていればよいので、液滴吐出装置の回路構成をスケールダウンすることができるとともに、液滴吐出装置の製造コストの増加を防止することができる。

【0186】

なお、この第1実施形態では、吐出異常検出のタイミングを説明するための図27～図30に示すインクジェットプリンタ1は、説明の便宜上、ヘッドユニット35に5つのインクジェットヘッド100（ノズル110）を備える構成を示

すとともに、その構成について説明していたが、本発明の液滴吐出装置では、インクジェットヘッド（液滴吐出ヘッド）100の数量は5つに限らず、実際に搭載されている数量のノズル110を対象に吐出異常の検出・判定を行うことができる。

【0187】

＜第2実施形態＞

次に、本発明におけるインクジェットヘッド（ヘッドユニット）の他の構成例について説明する。図36～図39は、それぞれ、インクジェットヘッド100の他の構成例の概略を示す断面図である。以下、これらの図に基づいて説明するが、前述した実施形態と相違する点を中心に説明し、同様の事項についてはその説明を省略する。

【0188】

図36に示すインクジェットヘッド100Aは、圧電素子200の駆動により振動板212が振動し、キャビティ208内のインク（液体）がノズル203から吐出するものである。ノズル（孔）203が形成されたステンレス鋼製のノズルプレート202には、ステンレス鋼製の金属プレート204が接着フィルム205を介して接合されており、さらにその上に同様のステンレス鋼製の金属プレート204が接着フィルム205を介して接合されている。そして、その上には、連通口形成プレート206及びキャビティプレート207が順次接合されている。

【0189】

ノズルプレート202、金属プレート204、接着フィルム205、連通口形成プレート206及びキャビティプレート207は、それぞれ所定の形状（凹部が形成されるような形状）に成形され、これらを重ねることにより、キャビティ208及びリザーバ209が形成される。キャビティ208とリザーバ209とは、インク供給口210を介して連通している。また、リザーバ209は、インク取り入れ口211に連通している。

【0190】

キャビティプレート207の上面開口部には、振動板212が設置され、この

振動板212には、下部電極213を介して圧電素子（ピエゾ素子）200が接合されている。また、圧電素子200の下部電極213と反対側には、上部電極214が接合されている。ヘッドドライバ215は、駆動電圧波形を生成する駆動回路を備え、上部電極214と下部電極213との間に駆動電圧波形を印加（供給）することにより、圧電素子200が振動し、それに接合された振動板212が振動する。この振動板212の振動によりキャビティ208の容積（キャビティ内の圧力）が変化し、キャビティ208内に充填されたインク（液体）がノズル203より液滴として吐出する。

【0191】

液滴の吐出によりキャビティ208内で減少した液量は、リザーバ209からインクが供給されて補給される。また、リザーバ209へは、インク取り入れ口211からインクが供給される。

図37に示すインクジェットヘッド100Bも前記と同様に、圧電素子200の駆動によりキャビティ221内のインク（液体）がノズルから吐出するものである。このインクジェットヘッド100Bは、一対の対向する基板220を有し、両基板220間に、複数の圧電素子200が所定間隔をおいて間欠的に設置されている。

【0192】

隣接する圧電素子200同士の間には、キャビティ221が形成されている。キャビティ221の図37中前方にはプレート（図示せず）、後方にはノズルプレート222が設置され、ノズルプレート222の各キャビティ221に対応する位置には、ノズル（孔）223が形成されている。

各圧電素子200の一方の面及び他方の面には、それぞれ、一対の電極224が設置されている。すなわち、1つの圧電素子200に対し、4つの電極224が接合されている。これらの電極224のうち所定の電極間に所定の駆動電圧波形を印加することにより、圧電素子200がシェアモード変形して振動し（図37において矢印で示す）、この振動によりキャビティ221の容積（キャビティ内の圧力）が変化し、キャビティ221内に充填されたインク（液体）がノズル223より液滴として吐出する。すなわち、インクジェットヘッド100Bでは

、圧電素子200自体が振動板として機能する。

【0193】

図38に示すインクジェットヘッド100Cも前記と同様に、圧電素子200の駆動によりキャビティ233内のインク（液体）がノズル231から吐出するものである。このインクジェットヘッド100Cは、ノズル231が形成されたノズルプレート230と、スペーサ232と、圧電素子200とを備えている。圧電素子200は、ノズルプレート230に対しスペーサ232を介して所定距離離隔間して設置されており、ノズルプレート230と圧電素子200とスペーサ232とで囲まれる空間にキャビティ233が形成されている。

【0194】

圧電素子200の図38中上面には、複数の電極が接合されている。すなわち、圧電素子200のほぼ中央部には、第1電極234が接合され、その両側部には、それぞれ第2の電極235が接合されている。第1電極234と第2電極235との間に所定の駆動電圧波形を印加することにより、圧電素子200がシェアモード変形して振動し（図38において矢印で示す）、この振動によりキャビティ233の容積（キャビティ内の圧力）が変化し、キャビティ233内に充填されたインク（液体）がノズル231より液滴として吐出する。すなわち、インクジェットヘッド100Cでは、圧電素子200自体が振動板として機能する。

【0195】

図39に示すインクジェットヘッド100Dも前記と同様に、圧電素子200の駆動によりキャビティ245内のインク（液体）がノズル241から吐出するものである。このインクジェットヘッド100Dは、ノズル241が形成されたノズルプレート240と、キャビティプレート242と、振動板243と、複数の圧電素子200を積層してなる積層圧電素子201とを備えている。

【0196】

キャビティプレート242は、所定の形状（凹部が形成されるような形状）に成形され、これにより、キャビティ245及びリザーバ246が形成される。キャビティ245とリザーバ246とは、インク供給口247を介して連通している。また、リザーバ246は、インク供給チューブ311を介してインクカート

リッジ31と連通している。

【0197】

積層圧電素子201の図39中下端は、中間層244を介して振動板243と接合されている。積層圧電素子201には、複数の外部電極248及び内部電極249が接合されている。すなわち、積層圧電素子201の外表面には、外部電極248が接合され、積層圧電素子201を構成する各圧電素子200同士の間（又は各圧電素子の内部）には、内部電極249が設置されている。この場合、外部電極248と内部電極249の一部が、交互に、圧電素子200の厚さ方向に重なるように配置される。

【0198】

そして、外部電極248と内部電極249との間にヘッドドライバ33より駆動電圧波形を印加することにより、積層圧電素子201が図39中の矢印で示すように変形して（図39中上下方向に伸縮して）振動し、この振動により振動板243が振動する。この振動板243の振動によりキャビティ245の容積（キャビティ内の圧力）が変化し、キャビティ245内に充填されたインク（液体）がノズル241より液滴として吐出する。

【0199】

液滴の吐出によりキャビティ245内で減少した液量は、リザーバ246からインクが供給されて補給される。また、リザーバ246へは、インクカートリッジ31からインク供給チューブ311を介してインクが供給される。

以上のような圧電素子を備えるインクジェットヘッド100A～100Dにおいても、前述した静電容量方式のインクジェットヘッド100と同様にして、振動板又は振動板として機能する圧電素子の残留振動に基づき、液滴吐出の異常を検出しあるいはその異常の原因を特定することができる。なお、インクジェットヘッド100B及び100Cにおいては、キャビティに面した位置にセンサとしての振動板（残留振動検出用の振動板）を設け、この振動板の残留振動を検出するような構成とすることもできる。

【0200】

以上のように、本発明の液滴吐出装置及び液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判

定方法は、キャビティ、振動板、アクチュエータ及びノズルを備える複数の液滴吐出ヘッドと、これらのアクチュエータを駆動する駆動回路と、印字データなどに基づいて液滴吐出ヘッドのノズルを選択する吐出選択手段と、振動板の残留振動から液滴の吐出委序を検出する1又は複数の吐出異常検出手段と、駆動回路と吐出異常検出手段とを切り替える1又は複数の切替手段とを備え、フラッシング動作や印字動作における液滴吐出動作後の振動板の残留振動を検出して、それに基づいて、吐出異常を検出・判定することとした。

【0201】

したがって、本発明の液滴吐出装置及び液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定方法によって、他の検出装置を液滴吐出ヘッドに設けることなく、多ノズルの液滴吐出ヘッドのそれぞれのノズルについて吐出異常を検出・判定することができる、液滴吐出ヘッドのサイズを大きくしなくともよいとともに、吐出異常を検出可能な液滴吐出装置の製造コストの増加を防止することができる。

【0202】

以上、本発明の液滴吐出装置及び液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定方法を図示の各実施形態に基づいて説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、液滴吐出ヘッドあるいは液滴吐出装置を構成する各部は、同様の機能を發揮し得る任意の構成のものと置換することができる。また、本発明の液滴吐出ヘッドあるいは液滴吐出装置に、他の任意の構成物が付加されていてもよい。

【0203】

なお、本発明の液滴吐出装置の液滴吐出ヘッド（上述の実施形態では、インクジェットヘッド100）から吐出する吐出対象液（液滴）としては、特に限定されず、例えば以下のような各種の材料を含む液体（サスペンション、エマルション等の分散液を含む）とすることができます。すなわち、カラーフィルタのフィルタ材料を含むインク、有機EL（Electro Luminescence）装置におけるEL発光層を形成するための発光材料、電子放出装置における電極上に蛍光体を形成するための蛍光材料、PDP（Plasma Display Panel）装置における蛍光体を形成するための蛍光材料、電気泳動表示装置における泳動体を形成する泳動体材料、基板Wの表面にバンクを形成するためのバンク材料、各種コーティング材料、電極

を形成するための液状電極材料、2枚の基板間に微小なセルギャップを構成するためのスペーサを構成する粒子材料、金属配線を形成するための液状金属材料、マイクロレンズを形成するためのレンズ材料、レジスト材料、光拡散体を形成するための光拡散材料などである。

【0204】

また、本発明では、液滴を吐出する対象となる液滴受容物は、記録用紙のような紙に限らず、フィルム、織布、不織布等の他のメディアや、ガラス基板、シリコン基板等の各種基板のようなワークであってもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の液滴吐出装置の一種であるインクジェットプリンタの構成を示す概略図である。

【図2】 本発明のインクジェットプリンタの主要部を概略的に示すブロック図である。

【図3】 図2に示すヘッドユニット内の1つのインクジェットヘッドの概略的な断面図である。

【図4】 図2のヘッドユニットの1色のインクに対応する概略的な構成を示す分解斜視図である。

【図5】 4色インクを用いるヘッドユニットのノズルプレートのノズル配置パターンの一例である。

【図6】 図3のIII-III断面の駆動信号入力時の各状態を示す状態図である。

【図7】 図3の振動板の残留振動を想定した単振動の計算モデルを示す回路図である。

【図8】 図3の振動板の残留振動の実験値と計算値との関係を示すグラフである。

【図9】 図3のキャビティ内に気泡が混入した場合のノズル付近の概念図である。

【図10】 キャビティへの気泡混入によりインク滴が吐出しなくなった状態における残留振動の計算値及び実験値を示すグラフである。

【図11】 図3のノズル付近のインクが乾燥により固着した場合のノズル付近の概念図である。

【図12】 ノズル付近のインクの乾燥増粘状態における残留振動の計算値及び実験値を示すグラフである。

【図13】 図3のノズル出口付近に紙粉が付着した場合のノズル付近の概念図である。

【図14】 ノズル出口に紙粉が付着した状態における残留振動の計算値及び実験値を示すグラフである。

【図15】 ノズル付近に紙粉が付着した前後におけるノズルの状態を示す写真である。

【図16】 図3に示す吐出異常検出手段の概略的なブロック図である。

【図17】 図3の静電アクチュエータを平行平板コンデンサとした場合の概念図である。

【図18】 図3の静電アクチュエータから構成されるコンデンサを含む発振回路の回路図である。

【図19】 図16に示す吐出異常検出手段のF／V変換回路の回路図である。

【図20】 本発明の発振回路から出力する発振周波数に基づく各部の出力信号などのタイミングを示すタイミングチャートである。

【図21】 固定時間 t_r 及び t_1 の設定方法を説明するための図である。

【図22】 図16の波形整形回路の回路構成を示す回路図である。

【図23】 駆動回路と検出回路との切替手段の概略を示すブロック図である。

【図24】 本発明の吐出異常検出・判定処理を示すフローチャートである。

。

【図25】 本発明の残留振動検出処理を示すフローチャートである。

【図26】 本発明の吐出異常判定処理を示すフローチャートである。

【図27】 複数のインクジェットヘッドの吐出異常検出のタイミングの一例（吐出異常検出手段が1つの場合）である。

【図28】 複数のインクジェットヘッドの吐出異常検出のタイミングの一例（吐出異常検出手段の数がインクジェットヘッドの数と同じ場合）である。

【図29】 複数のインクジェットヘッドの吐出異常検出のタイミングの一例（吐出異常検出手段の数がインクジェットヘッドの数と同じであり、印字データがあるときに吐出異常検出を行う場合）である。

【図30】 複数のインクジェットヘッドの吐出異常検出のタイミングの一例（吐出異常検出手段の数がインクジェットヘッドの数と同じであり、各インクジェットヘッドを巡回して吐出異常検出を行う場合）である。

【図31】 図27に示すインクジェットプリンタのフラッシング動作時ににおける吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。

【図32】 図28及び図29に示すインクジェットプリンタのフラッシング動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。

【図33】 図30に示すインクジェットプリンタのフラッシング動作時ににおける吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。

【図34】 図28及び図29に示すインクジェットプリンタの印字動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。

【図35】 図30に示すインクジェットプリンタの印字動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。

【図36】 本発明におけるインクジェットヘッドの他の構成例の概略を示す断面図である。

【図37】 本発明におけるインクジェットヘッドの他の構成例の概略を示す断面図である。

【図38】 本発明におけるインクジェットヘッドの他の構成例の概略を示す断面図である。

【図39】 本発明におけるインクジェットヘッドの他の構成例の概略を示す断面図である。

【符号の説明】

1 ……インクジェットプリンタ 2 ……装置本体 2 1 ……トレイ 2 2 ……排紙口 3 ……印字手段（移動体） 3 1 ……インクカートリッジ 3 1 1 ……

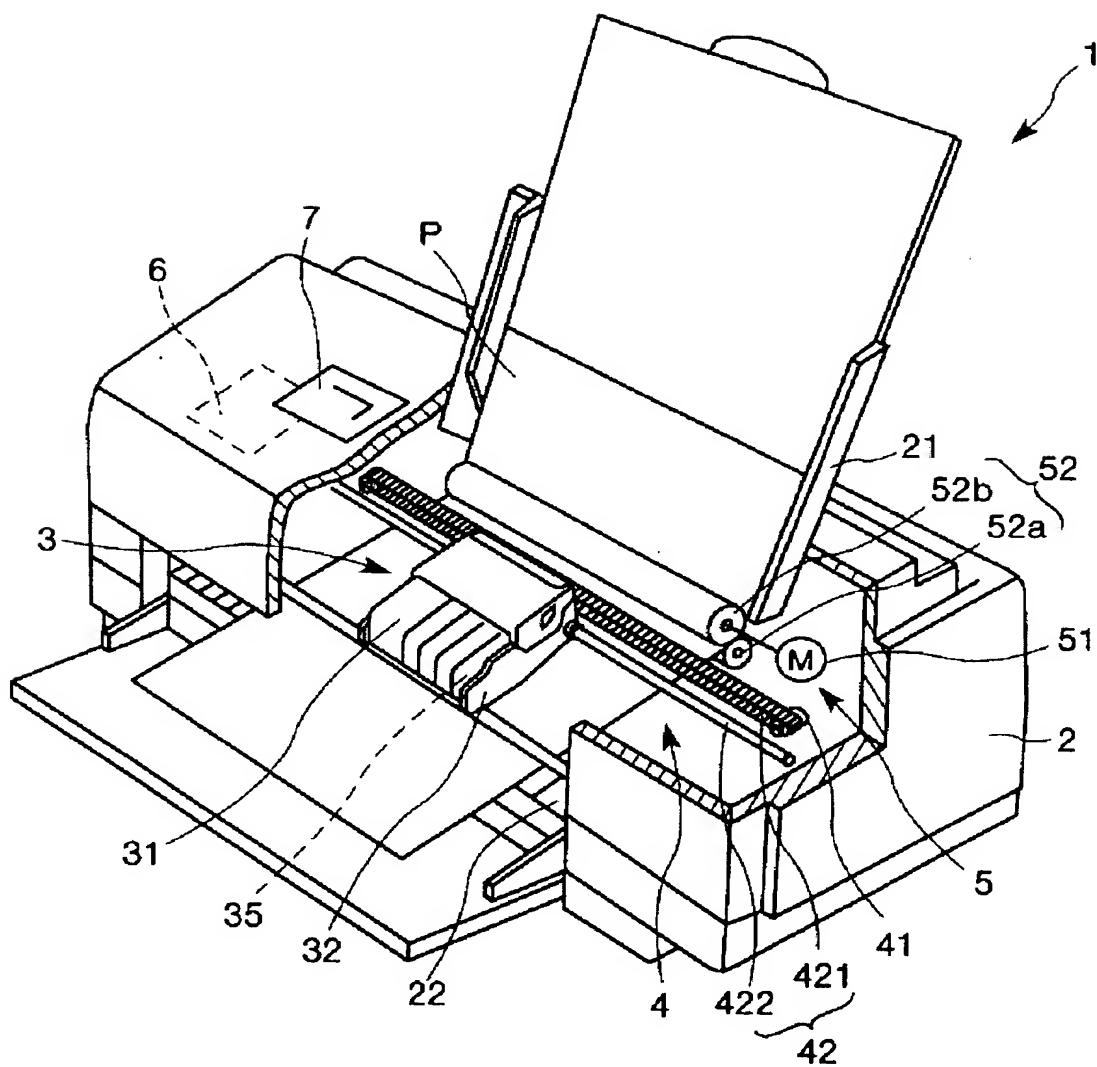
インク供給チューブ 32 ……キャリッジ 33 ……ヘッドドライバ 35 ……
 ヘッドユニット（各色） 4 ……印刷装置 41 ……キャリッジモータ 42 ……
 …往復動機構 421 ……タイミングベルト 422 ……キャリッジガイド軸
 43 ……キャリッジモータドライバ 5 ……給紙装置 51 ……給紙モータ 5
 2 ……給紙ローラ 52a ……従動ローラ 52b ……駆動ローラ 53 ……給
 紙モータドライバ 6 ……制御部 61 ……CPU 62 ……EEPROM（記
 憶手段） 63 ……RAM 64 ……PROM 7 ……操作パネル 8 ……ホス
 トコンピュータ 9 ……IF 10、10a～10e ……吐出異常検出手段 1
 1 ……発振回路 111 ……シュミットトリガインバータ 112 ……抵抗素子
 12 ……F/V変換回路 13 ……定電流源 14 ……バッファ 15 ……波
 形整形回路 151 ……増幅器（オペアンプ） 152 ……比較器（コンパレー
 タ） 16 ……残留振動検出手段 17 ……計測手段 18 ……駆動回路 18
 1 ……駆動波形生成手段 182 ……吐出選択手段 182a ……シフトレジス
 タ 182b ……ラッチ回路 182c ……ドライバ 19 ……切替制御手段
 19a ……切替選択手段（セレクタ） 20 ……判定手段 23、23a～23
 e ……切替手段 100、100a～100e ……インクジェットヘッド 11
 0 ……ノズル 120 ……静電アクチュエータ 121 ……振動板（底壁） 1
 22 ……セグメント電極 123 ……絶縁層 124 ……共通電極 124a ……
 …入力端子 130 ……ダンパ室 131 ……インク取り入れ口 132 ……ダン
 パ 140 ……シリコン基板 141 ……キャビティ 142 ……インク供給口
 143 ……リザーバ 144 ……側壁 150 ……ノズルプレート 160 ……
 …ガラス基板 161 ……凹部 162 ……対向壁 170 ……基体 200 ……
 …圧電素子 201 ……積層圧電素子 202、222、230、240 ……ノ
 ズルプレート 203、223、231、241 ……ノズル 204 ……金属プレ
 ット 205 ……接着フィルム 206 ……連通口形成プレート 207、2
 42 ……キャビティプレート 208、221、233、245 ……キャビティ
 209、246 ……リザーバ 210、247 ……インク供給口 211 ……
 インク取り入れ口 212、243 ……振動板 213 ……下部電極 214 ……
 …上部電極 215 ……ヘッドドライバ 220 ……基板 224 ……電極 2

32……スペーサ 234……第1電極 235……第2電極 244……中間
層 248……外部電極 249……内部電極 P……記録用紙 S101～S
109、S201～S205、S301～S310、S401～S407、S5
01～S505、S601～S608、S701～S706、S801～S81
1……ステップ

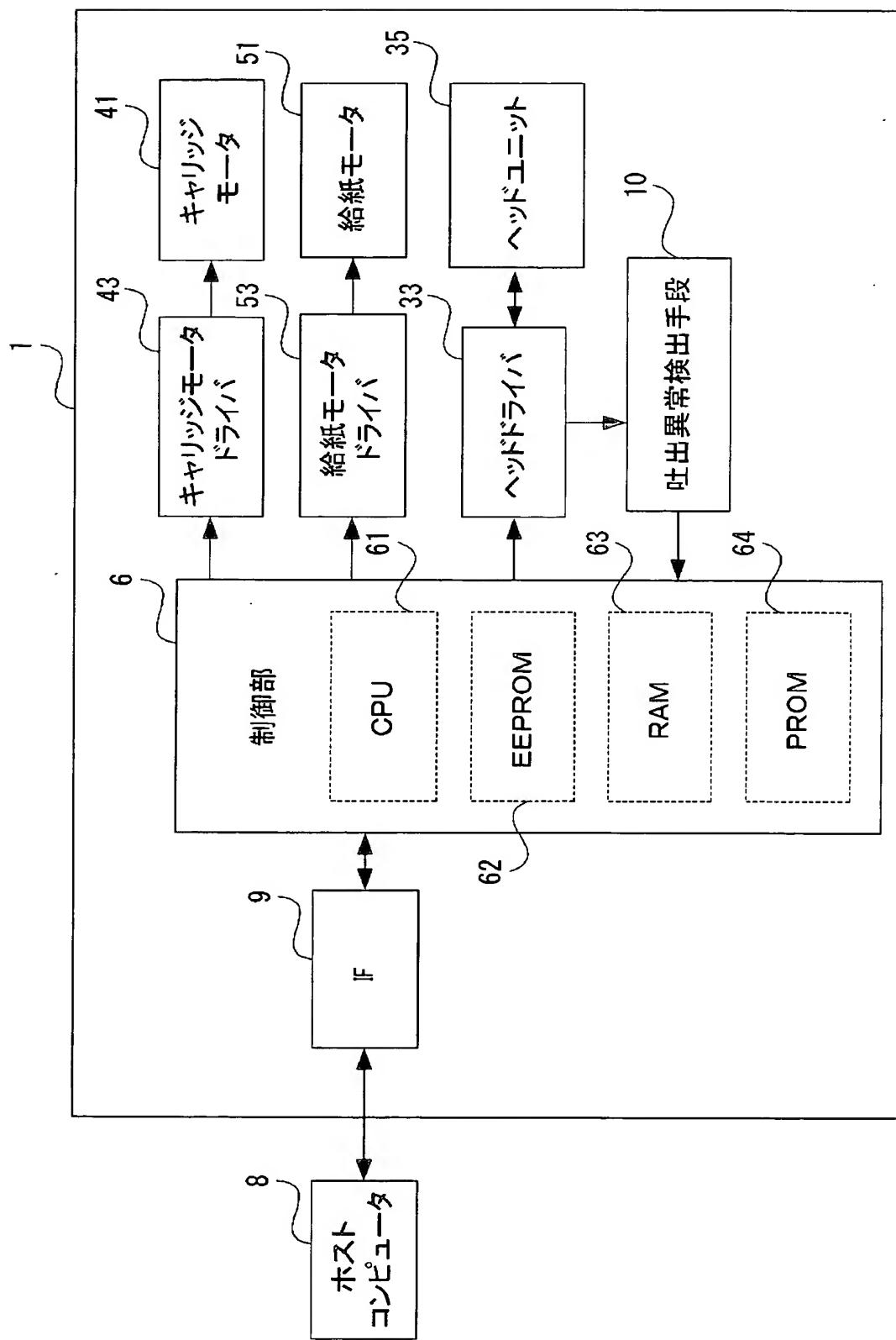
【書類名】

四面

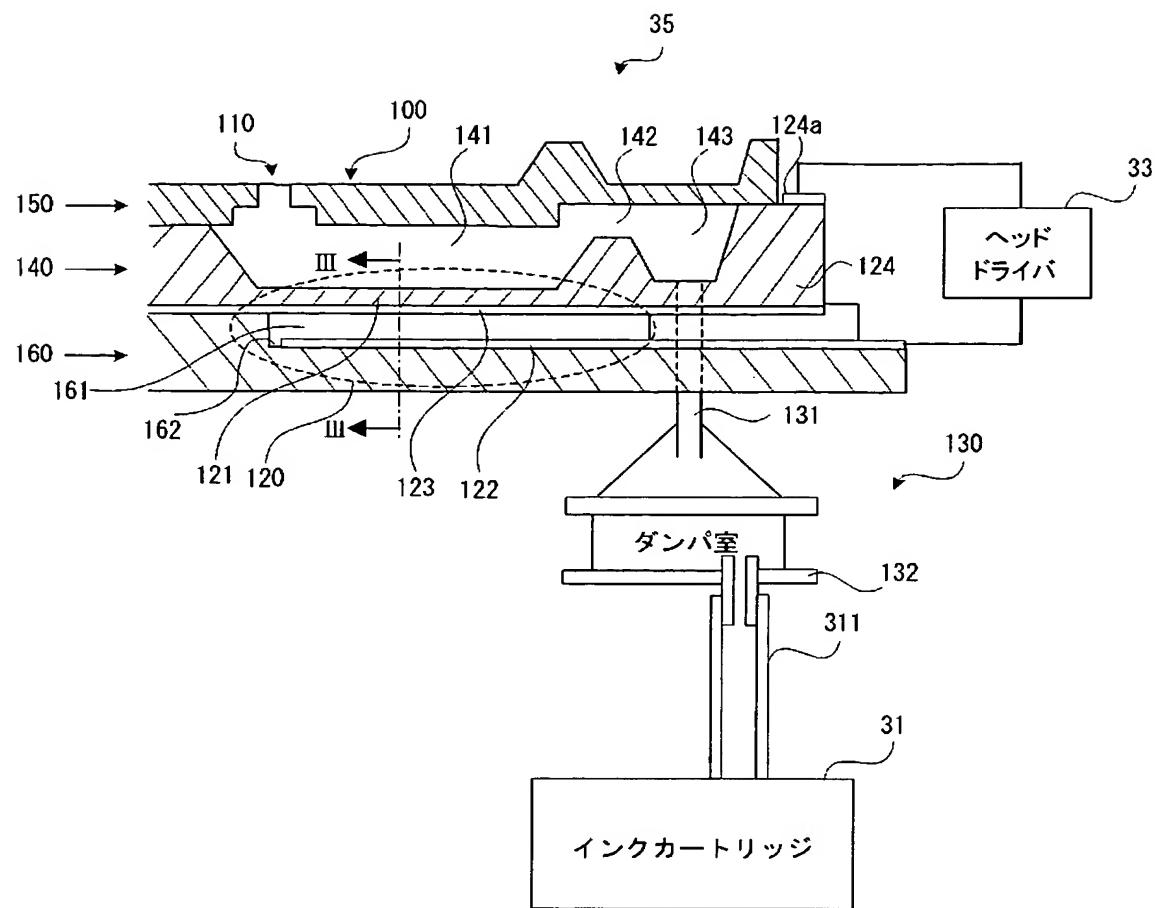
【図 1】



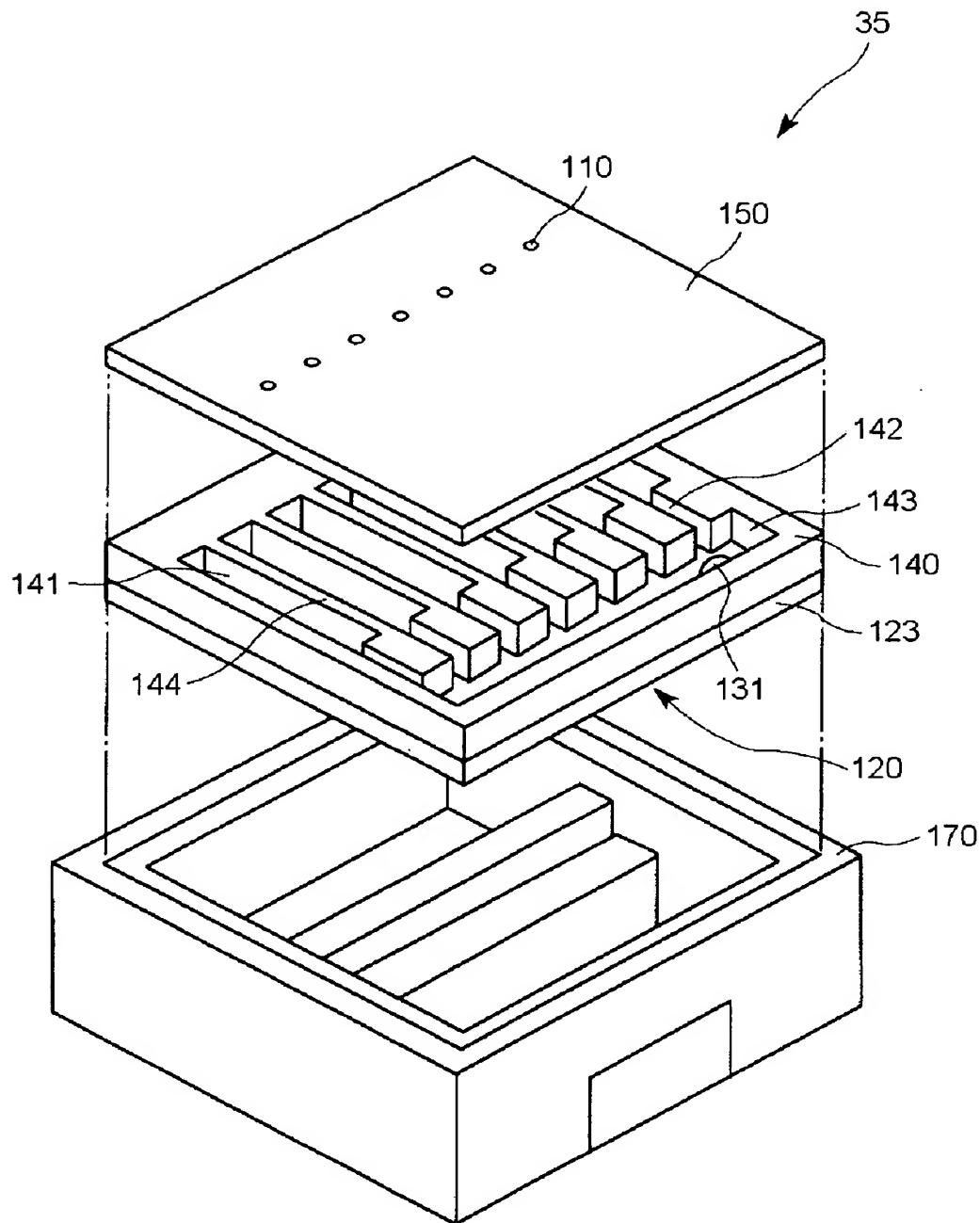
【図2】



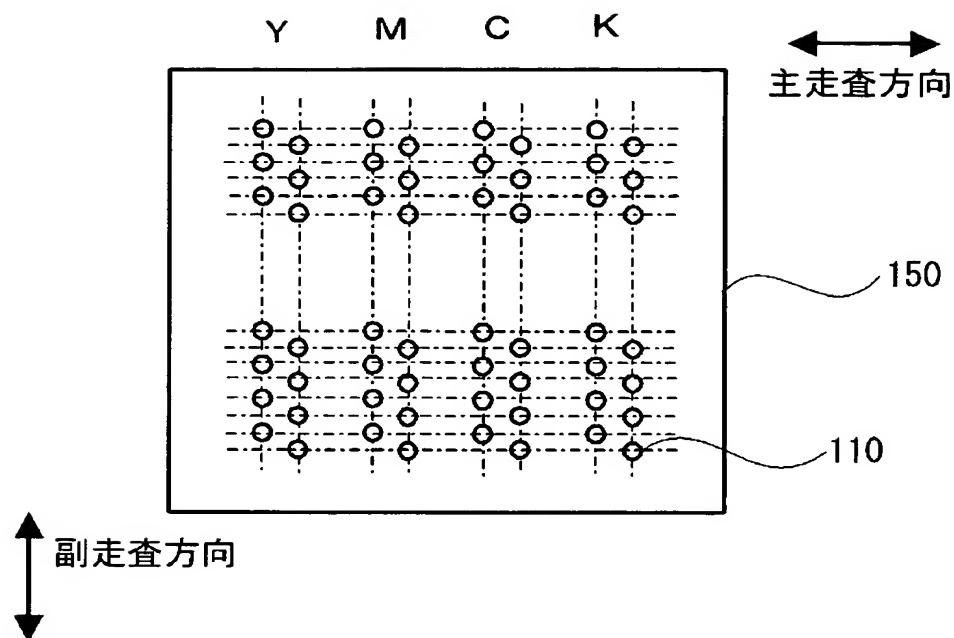
【図3】



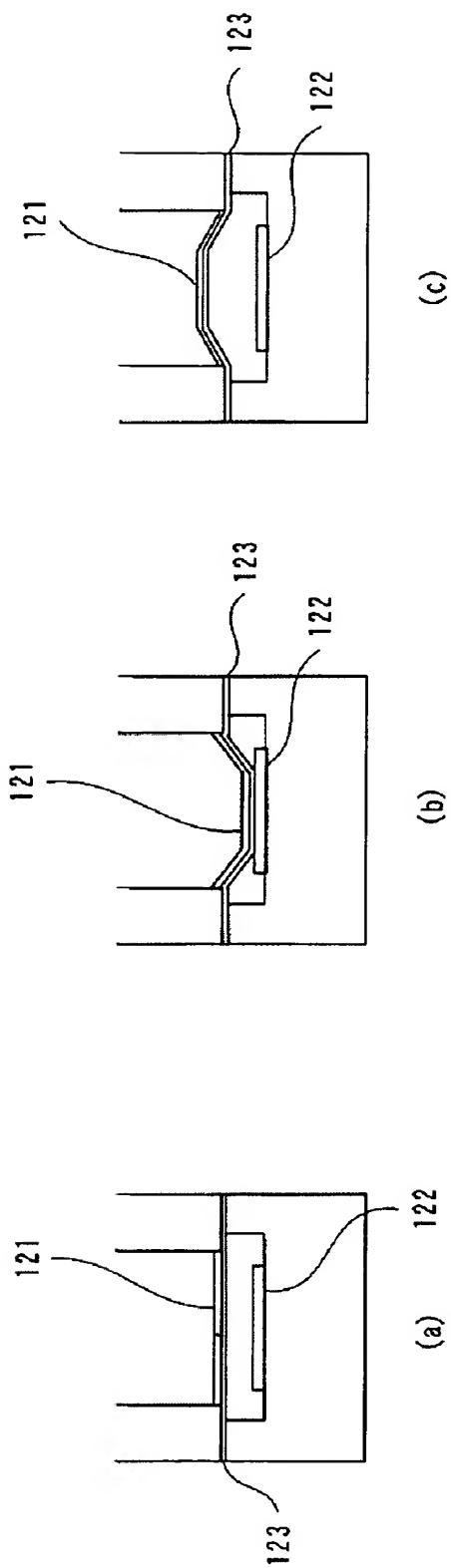
【図4】



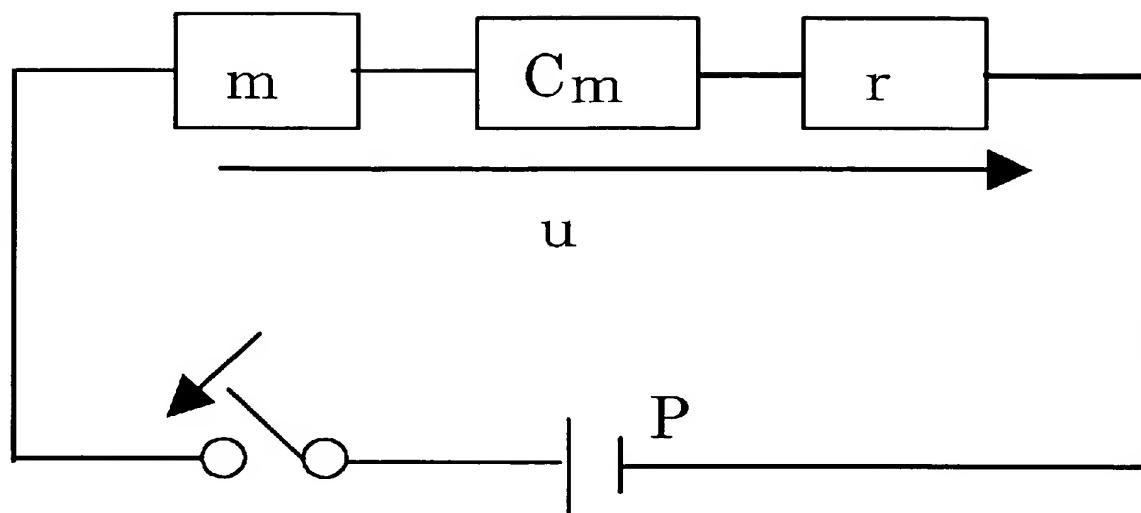
【図5】



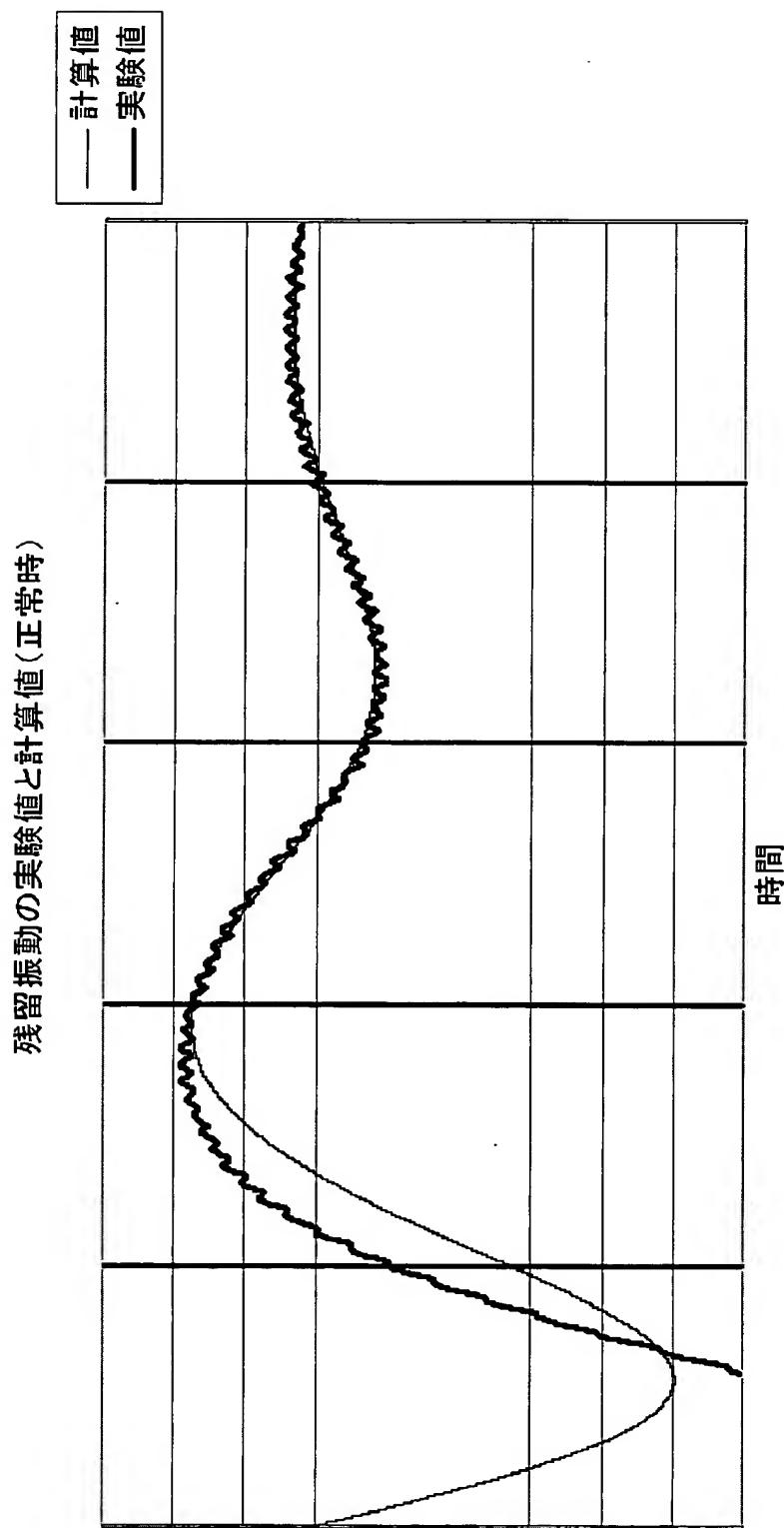
【図6】



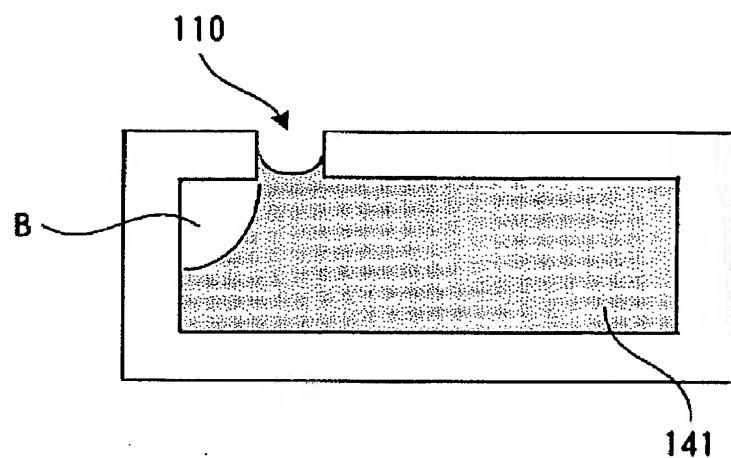
【図7】



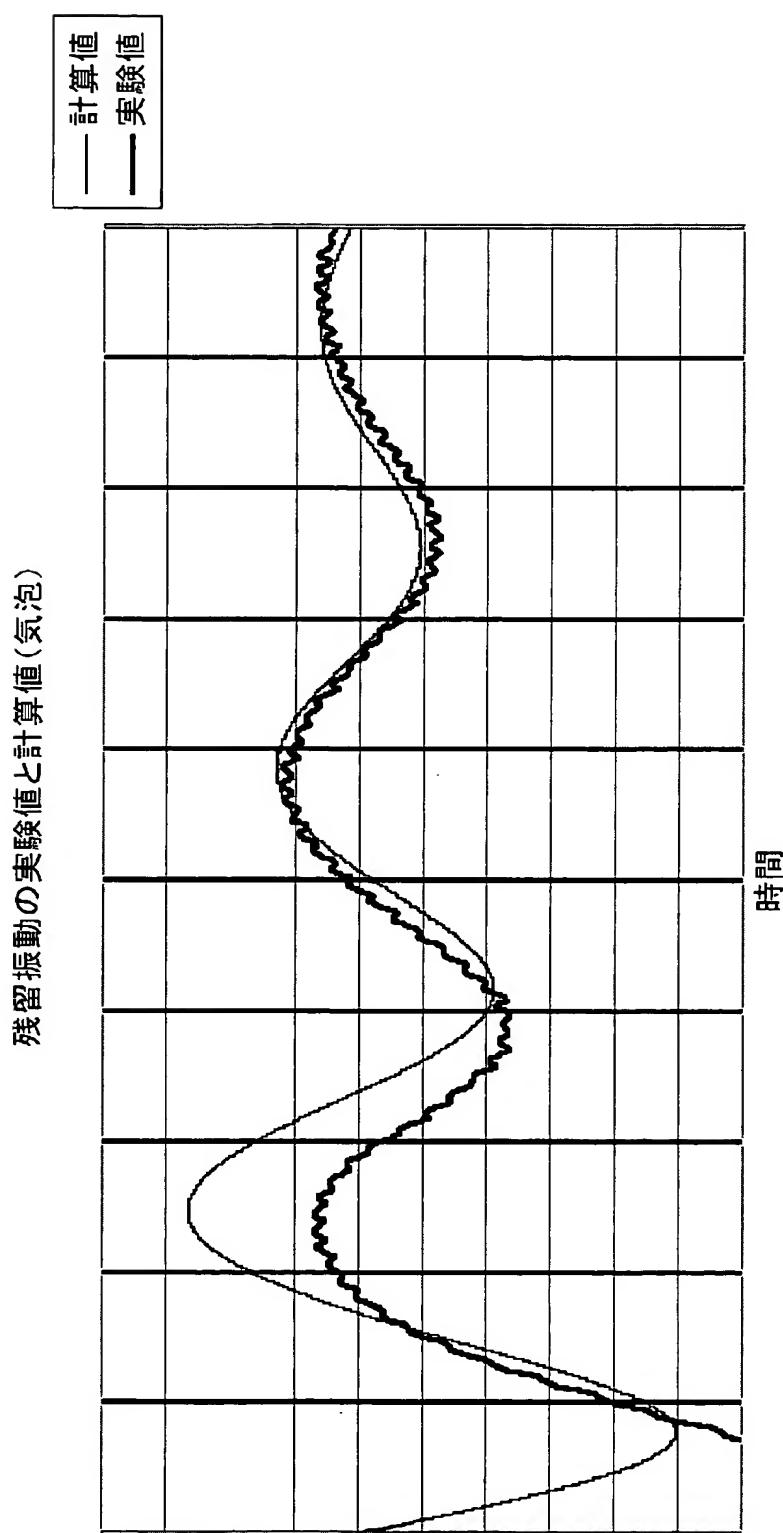
【図8】



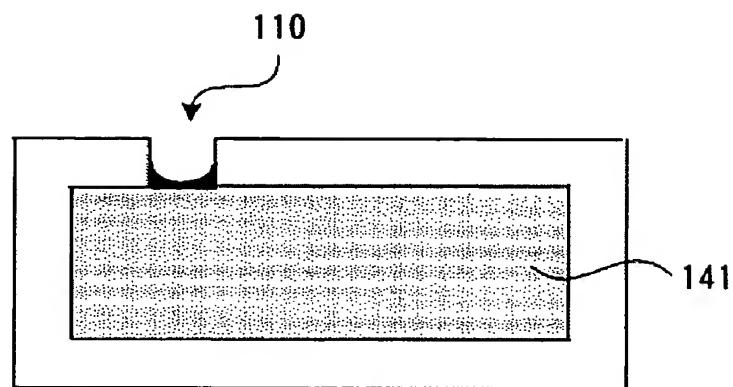
【図9】



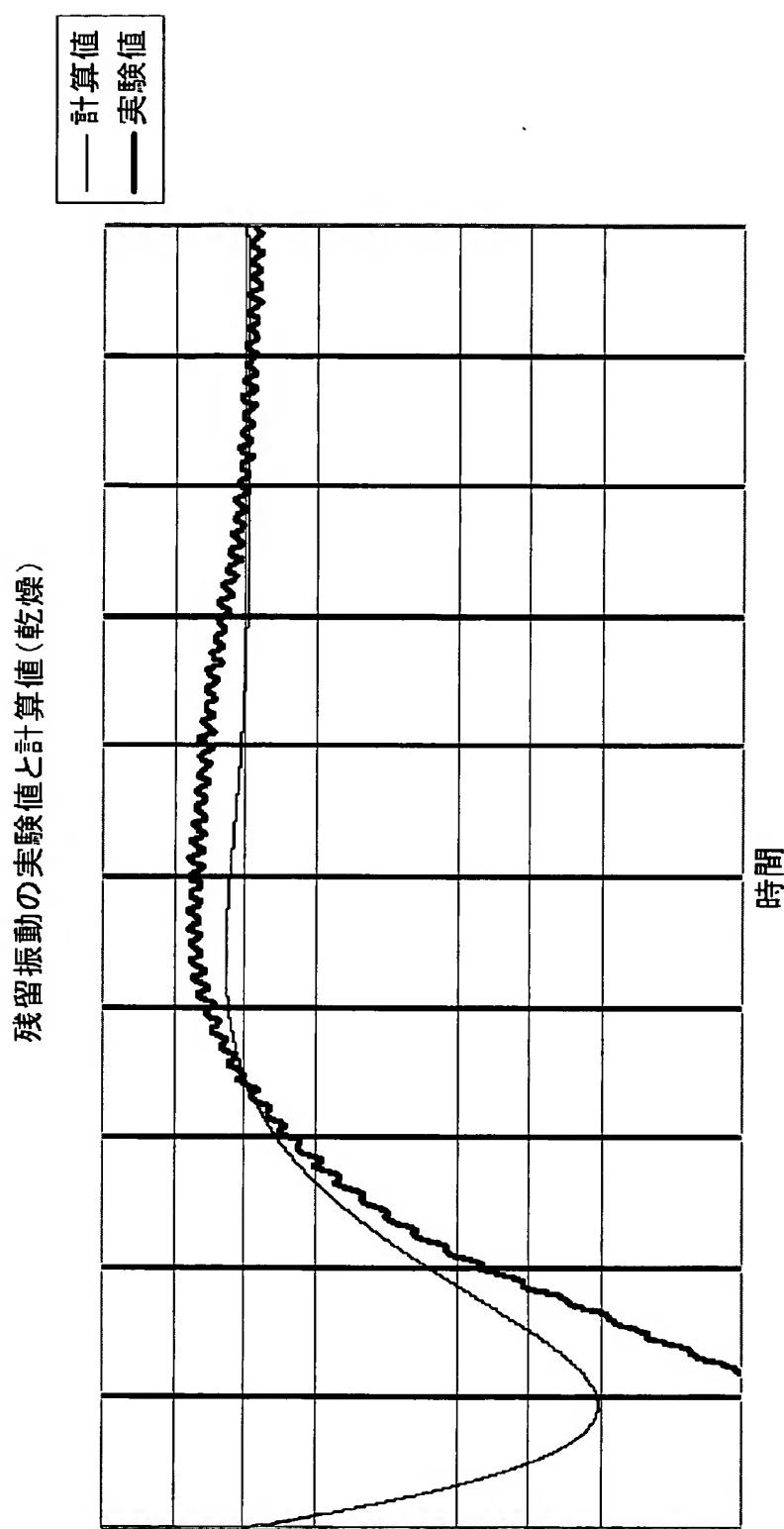
【図10】



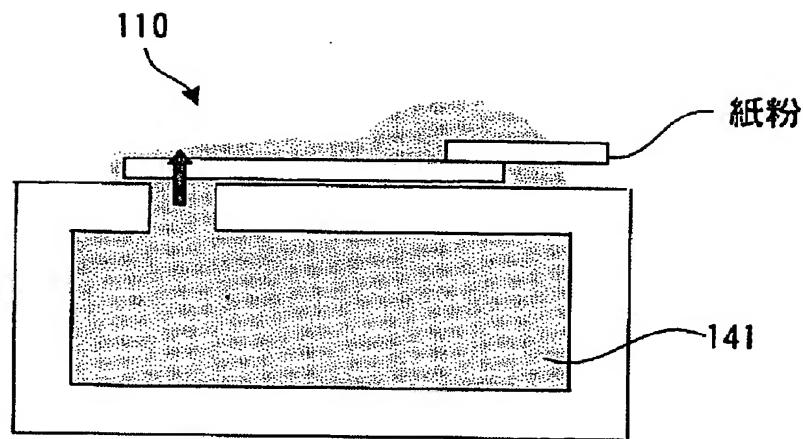
【図11】



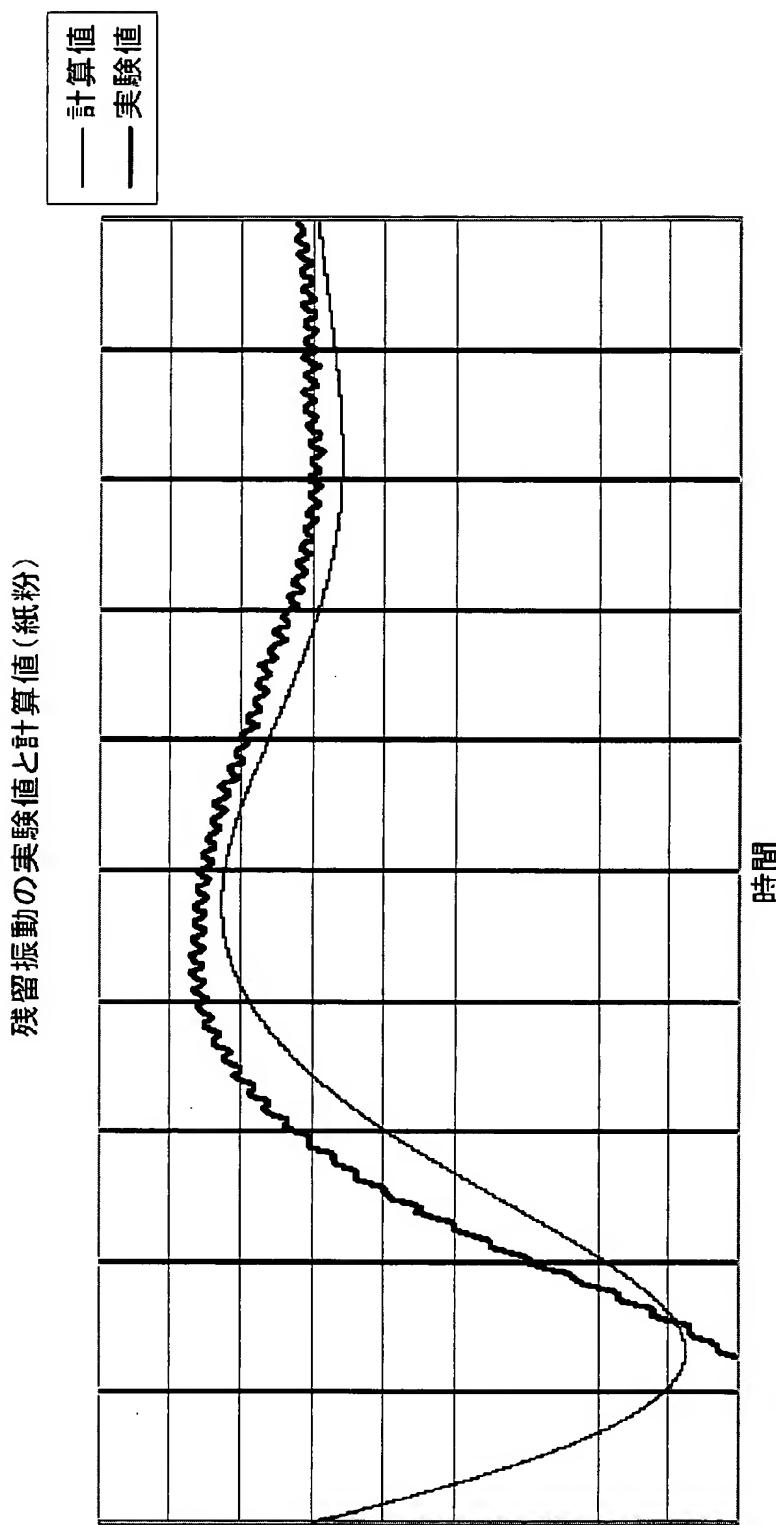
【図12】



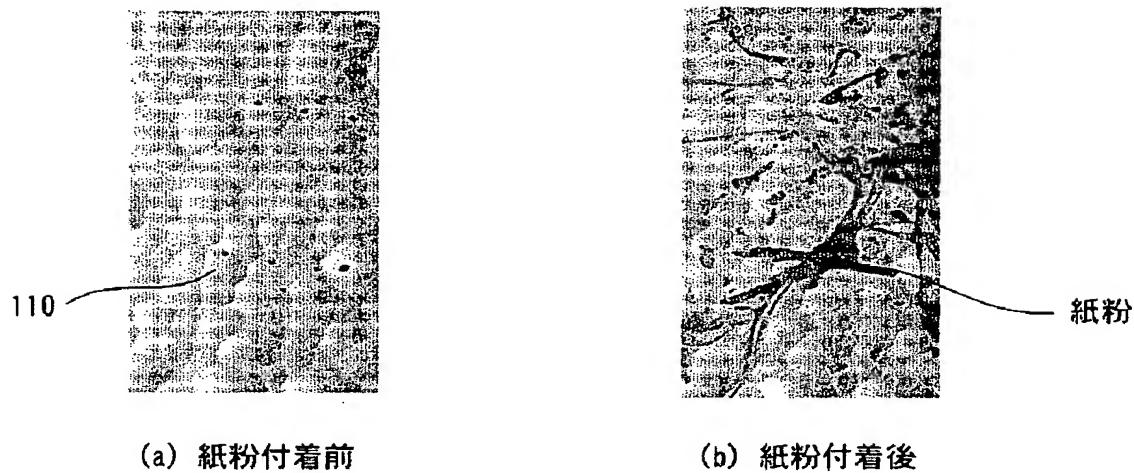
【図13】



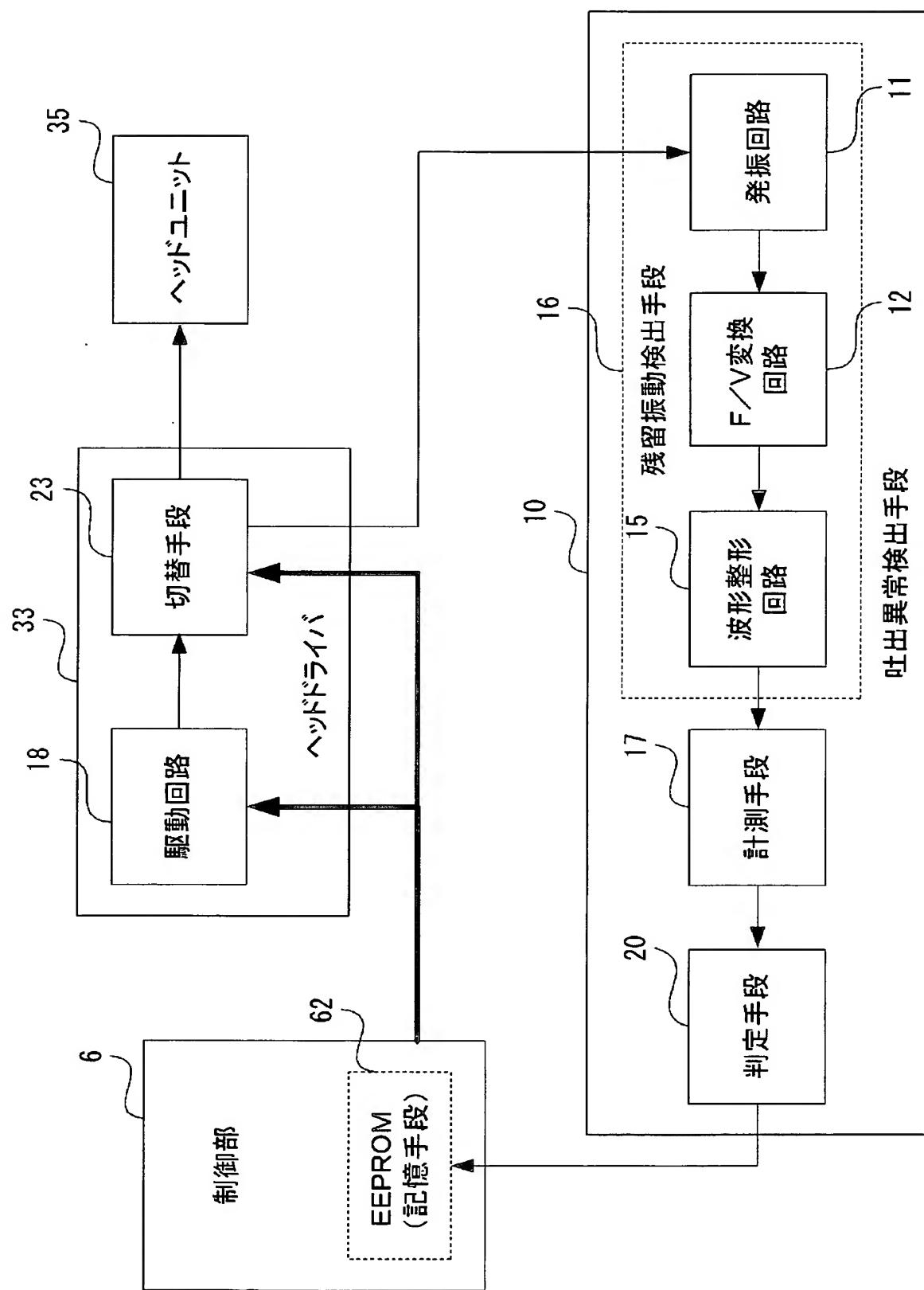
【図 14】



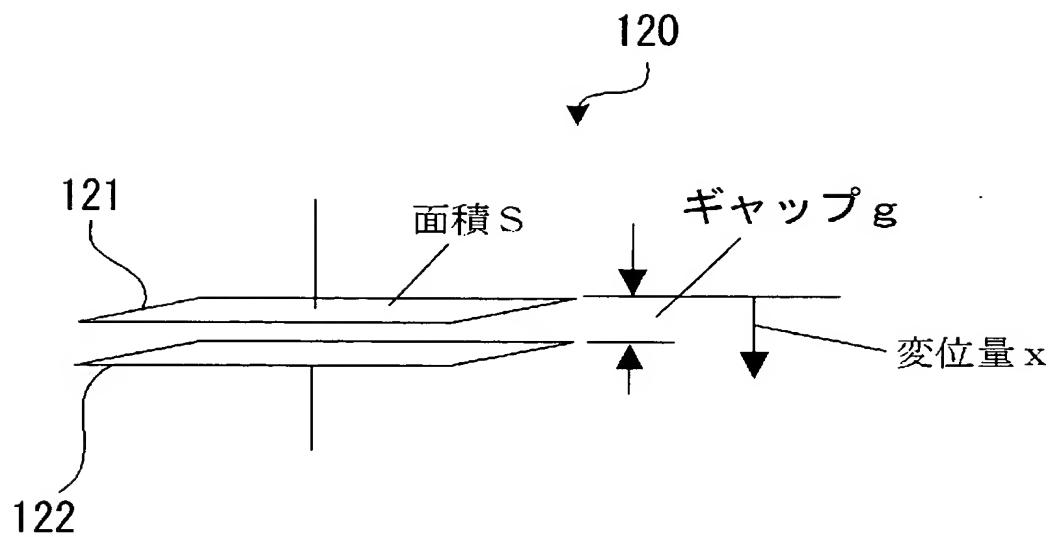
【図15】



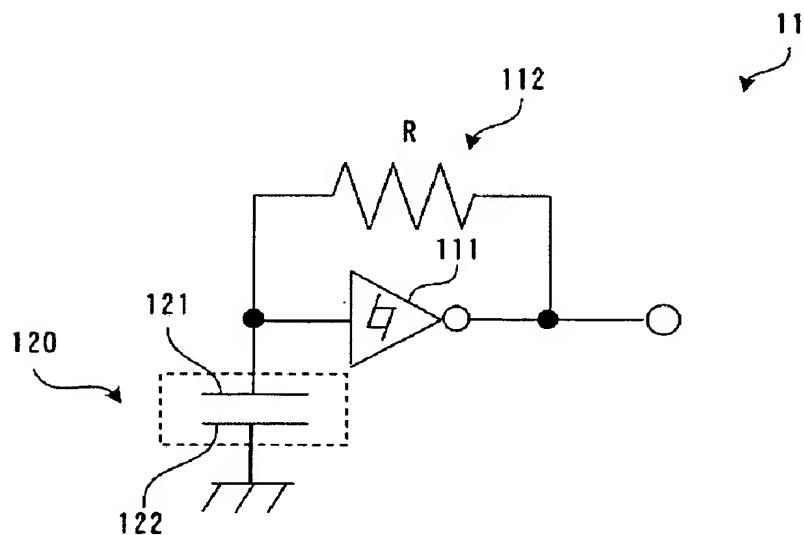
【図16】



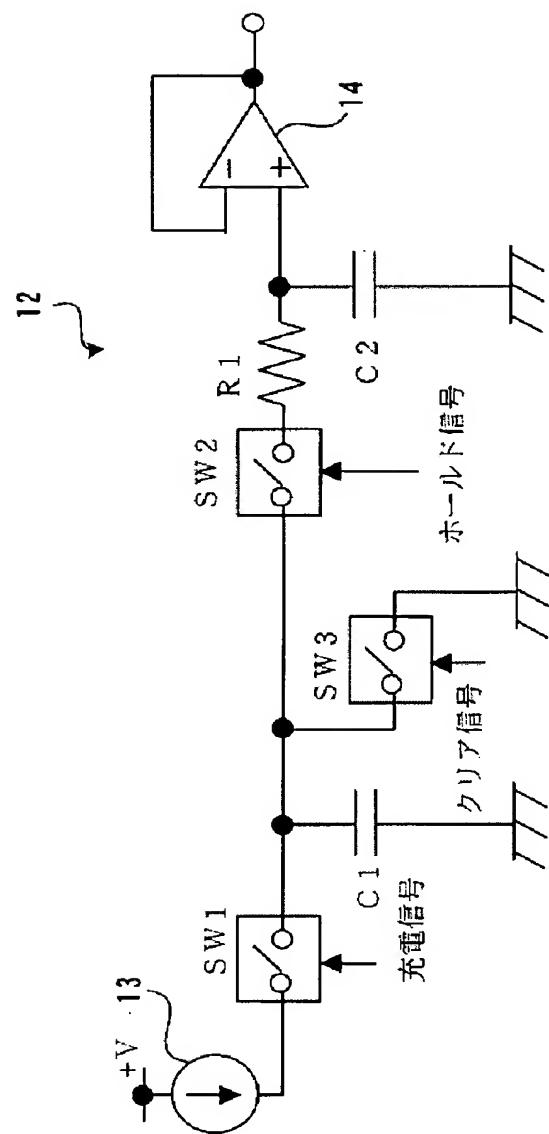
【図17】



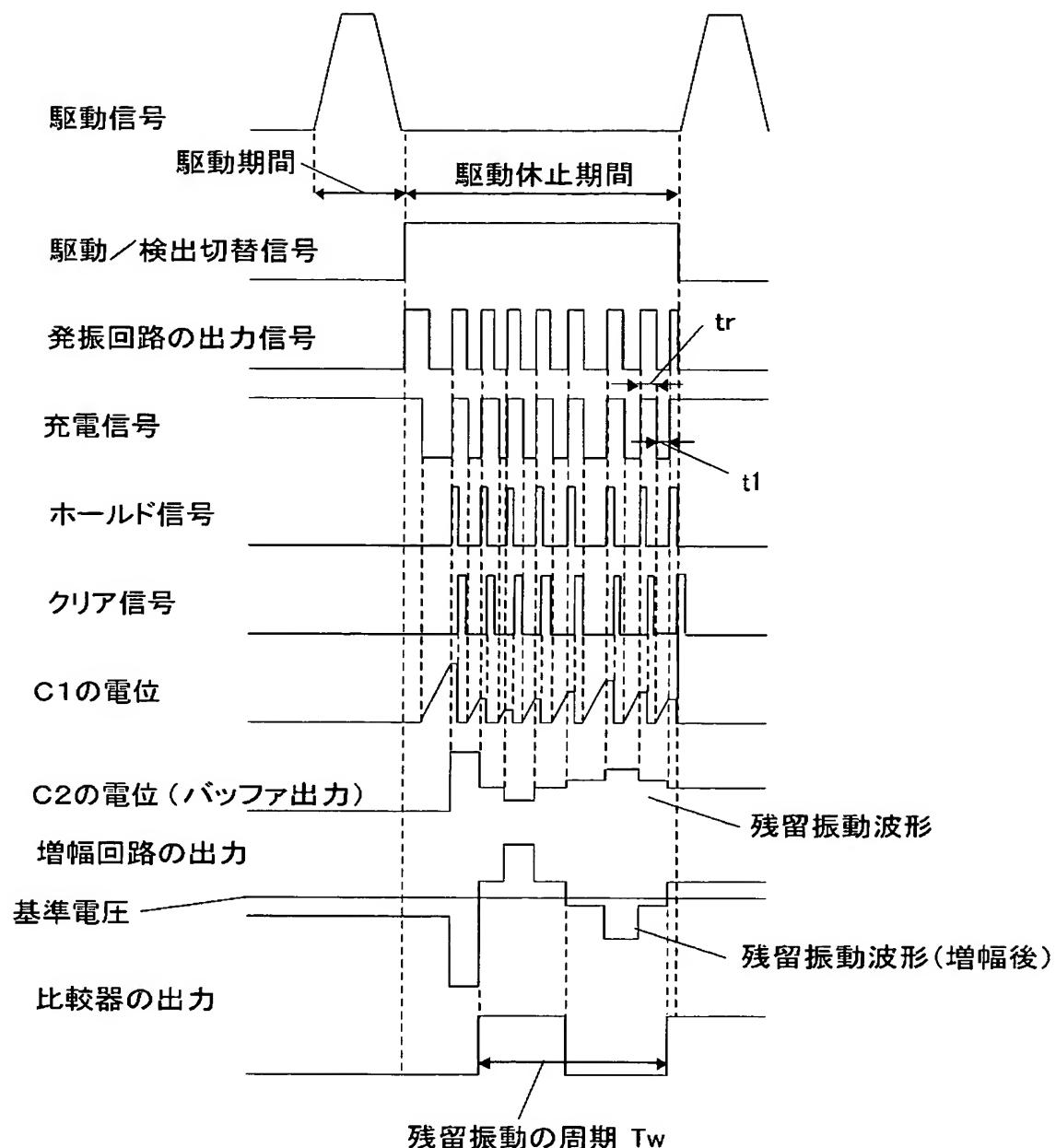
【図18】



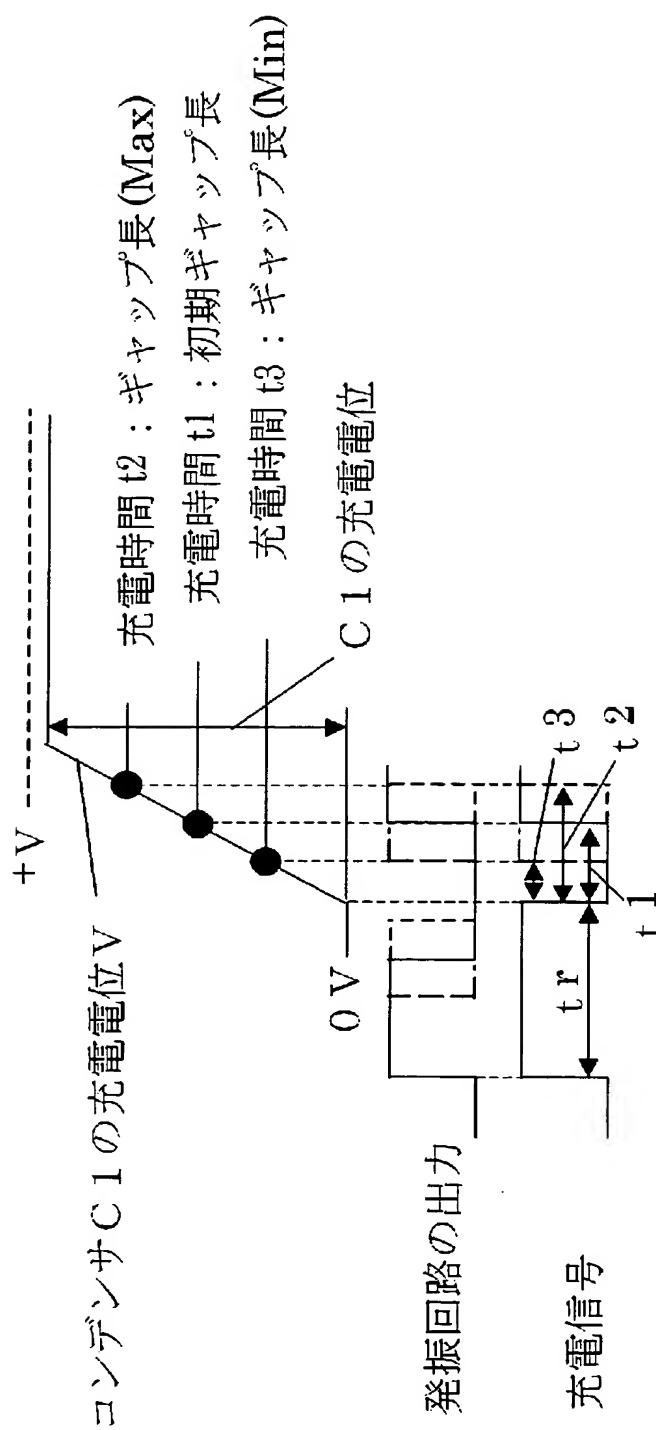
【図19】



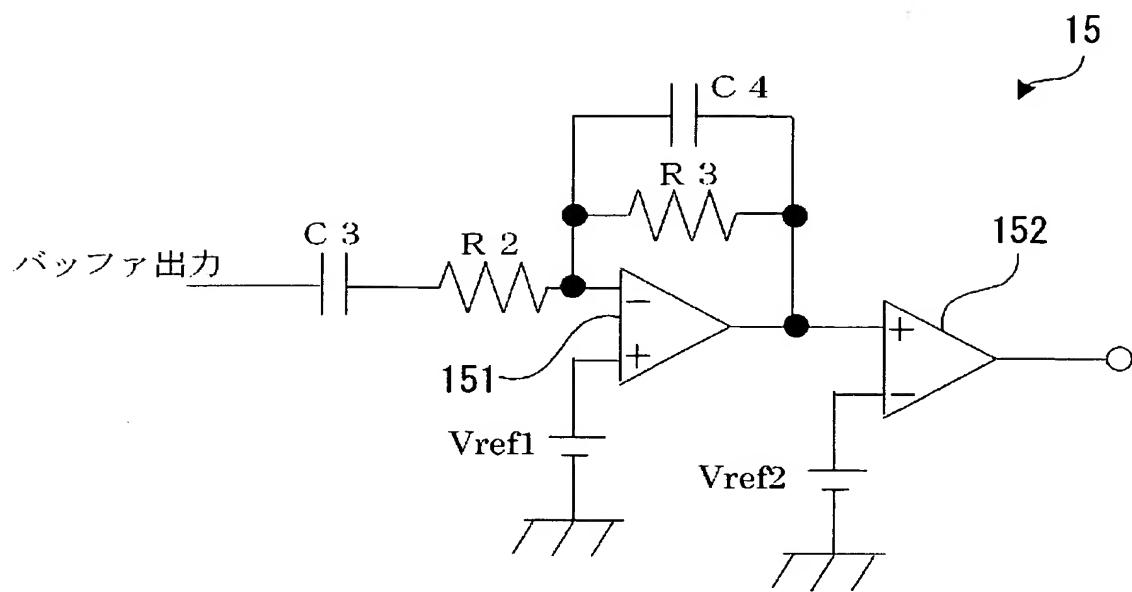
【図 20】



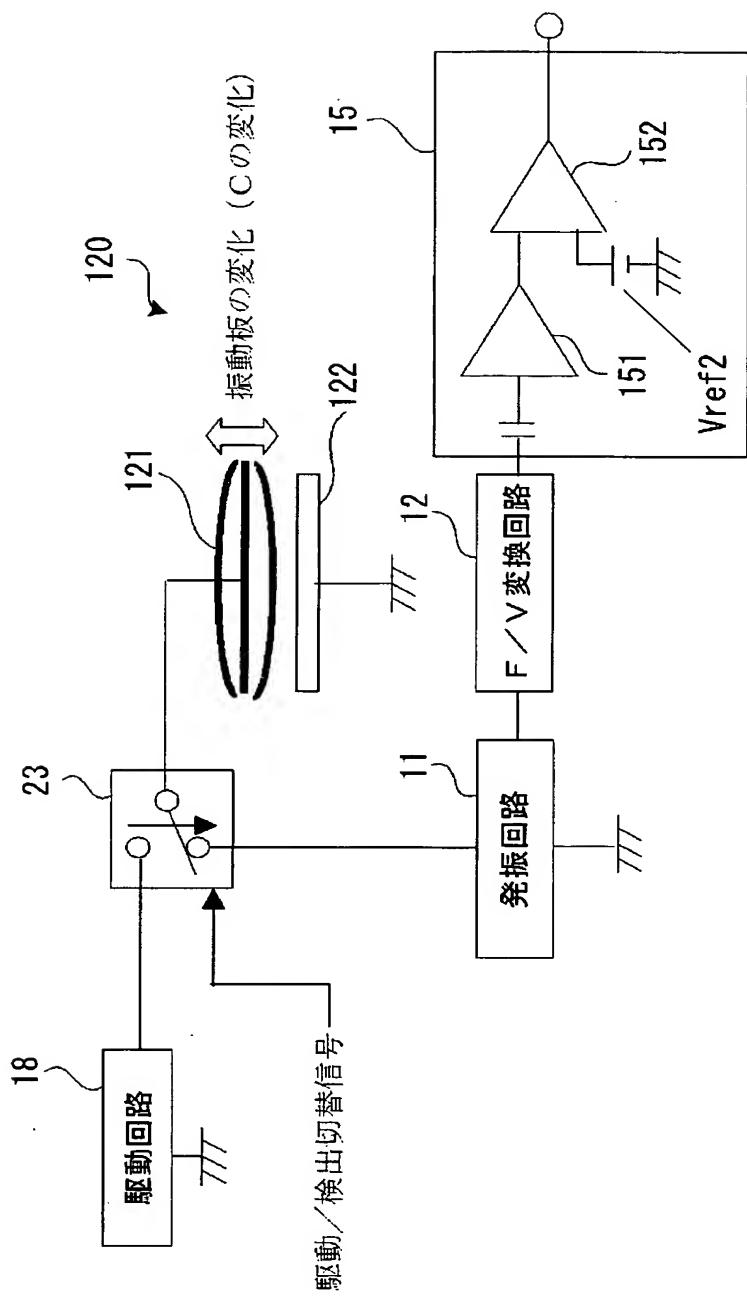
【図21】



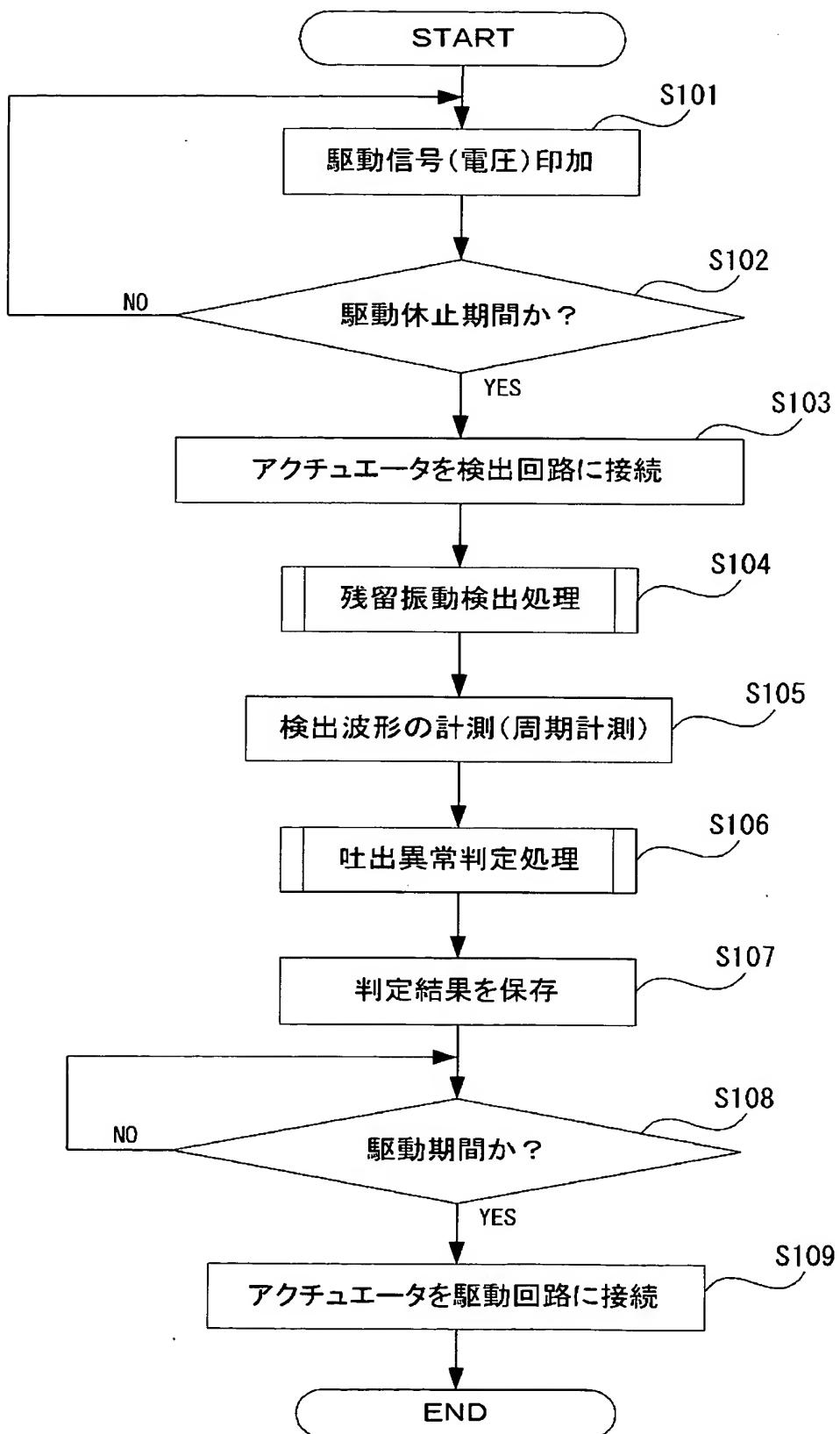
【図22】



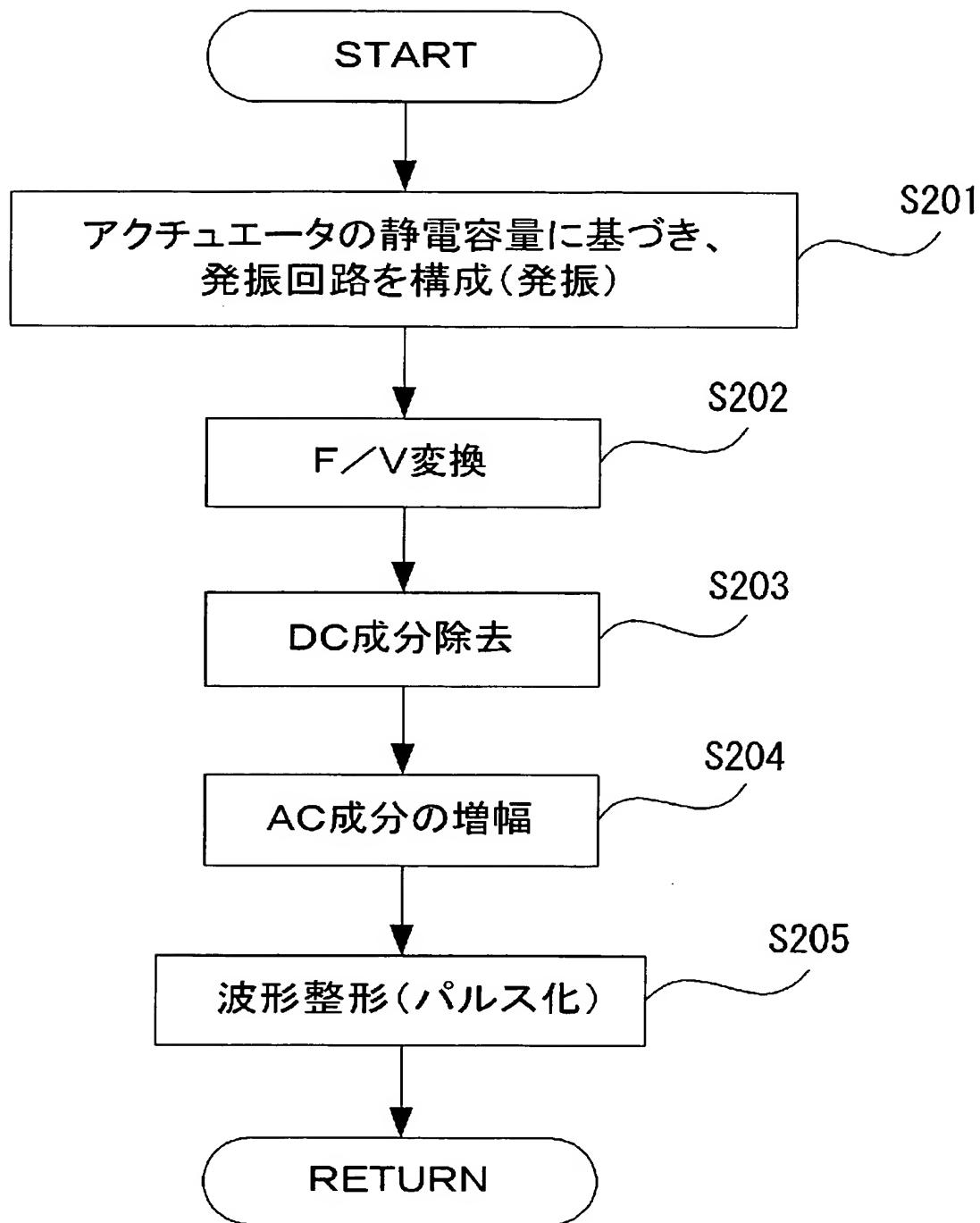
【図23】



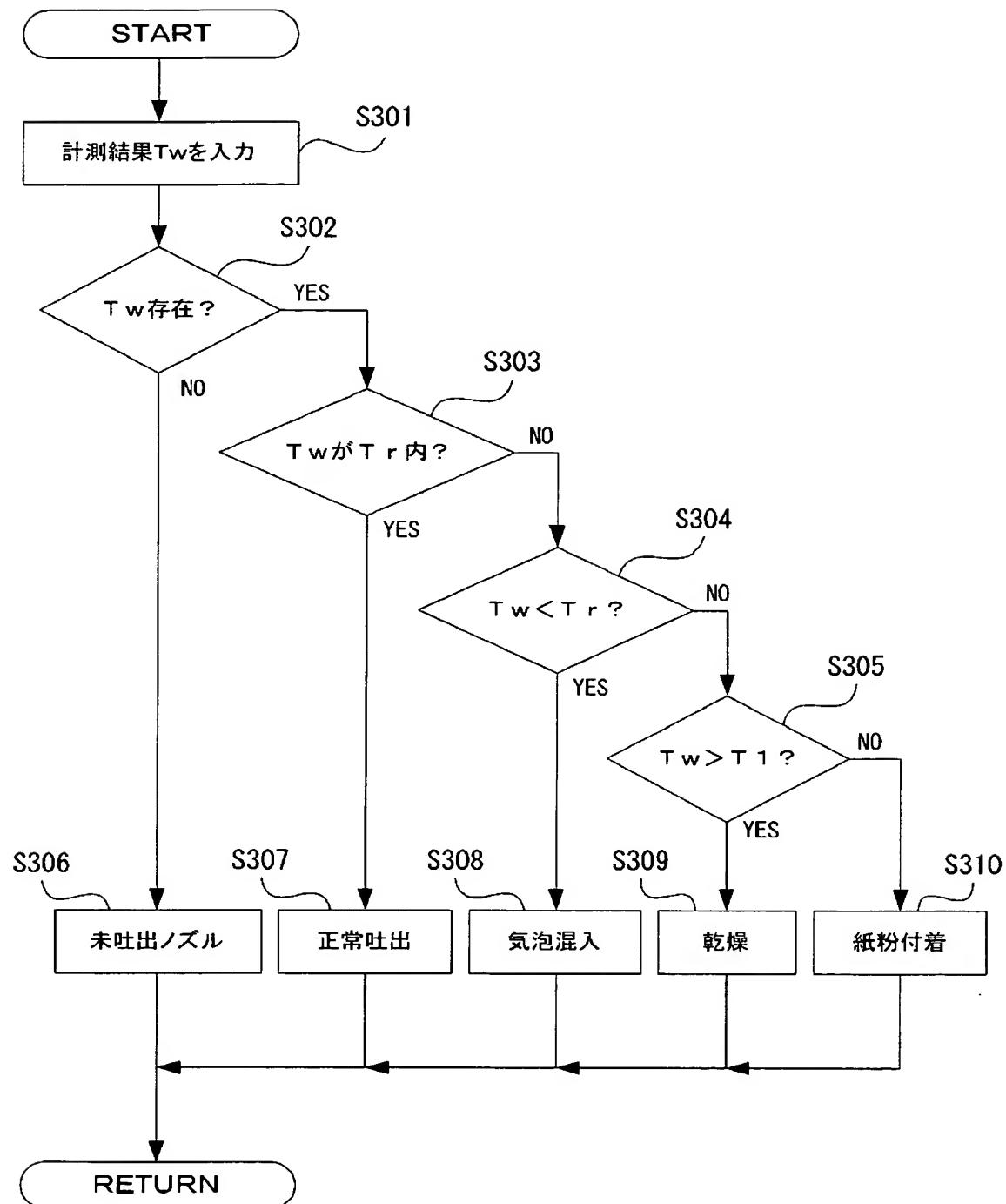
【図24】



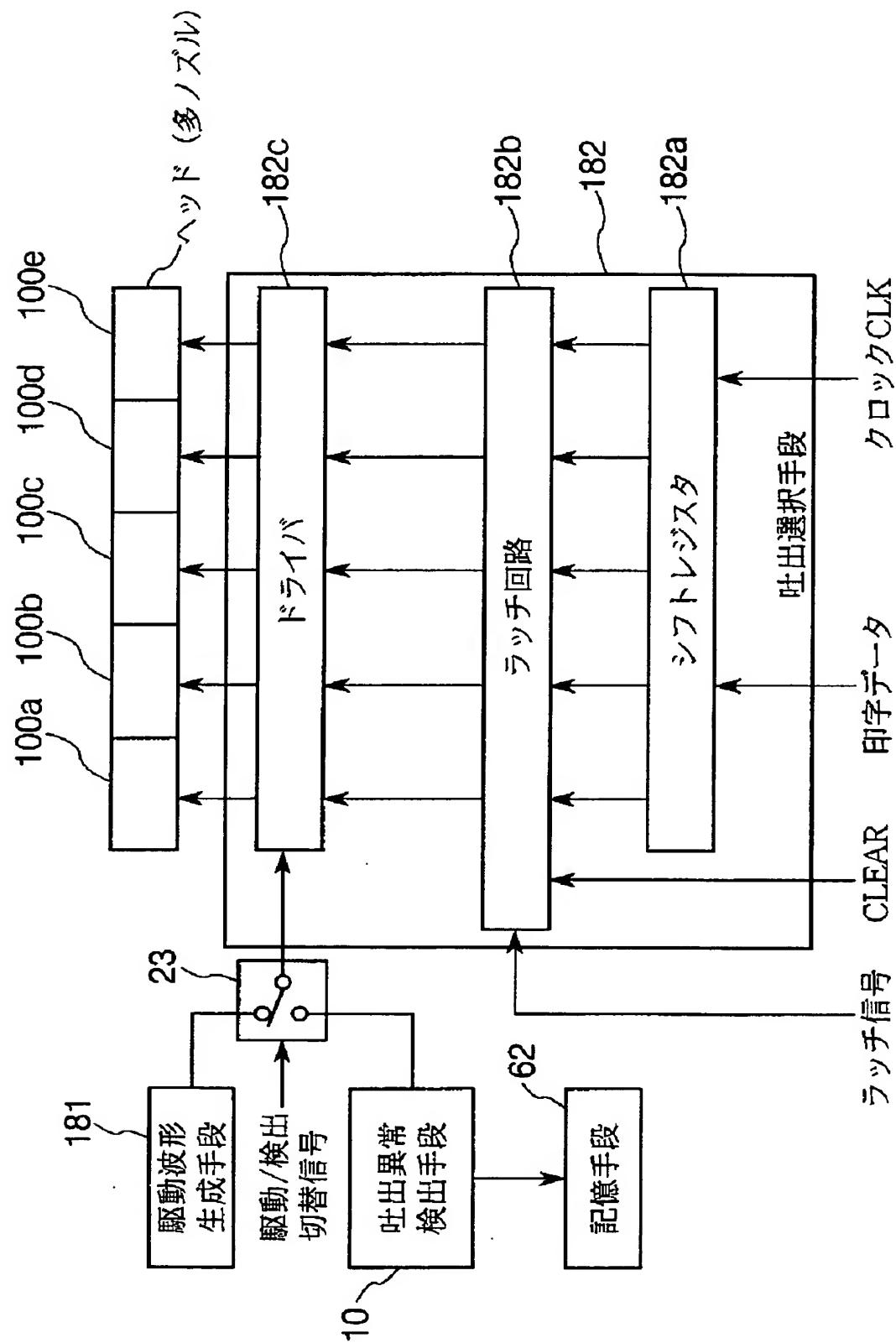
【図25】



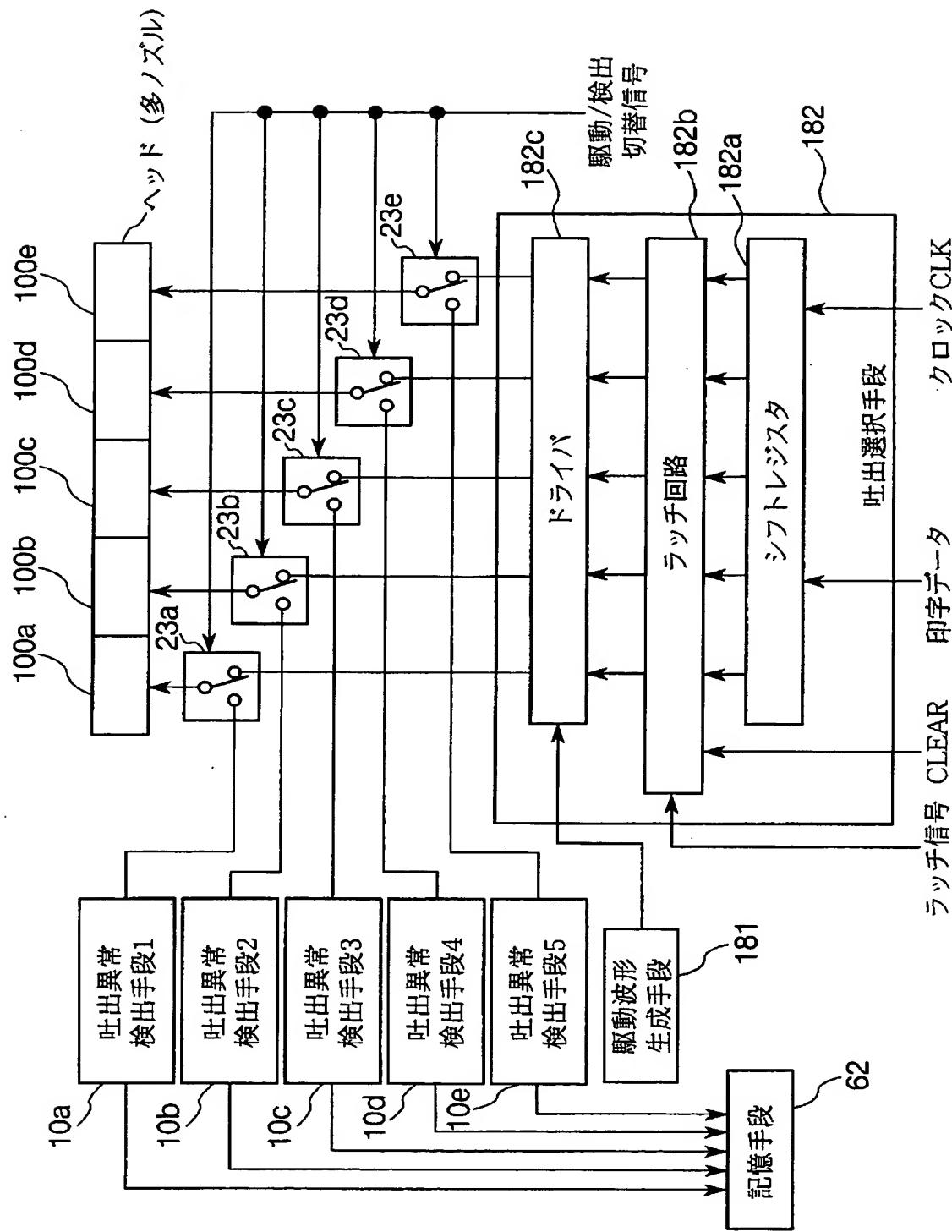
【図26】



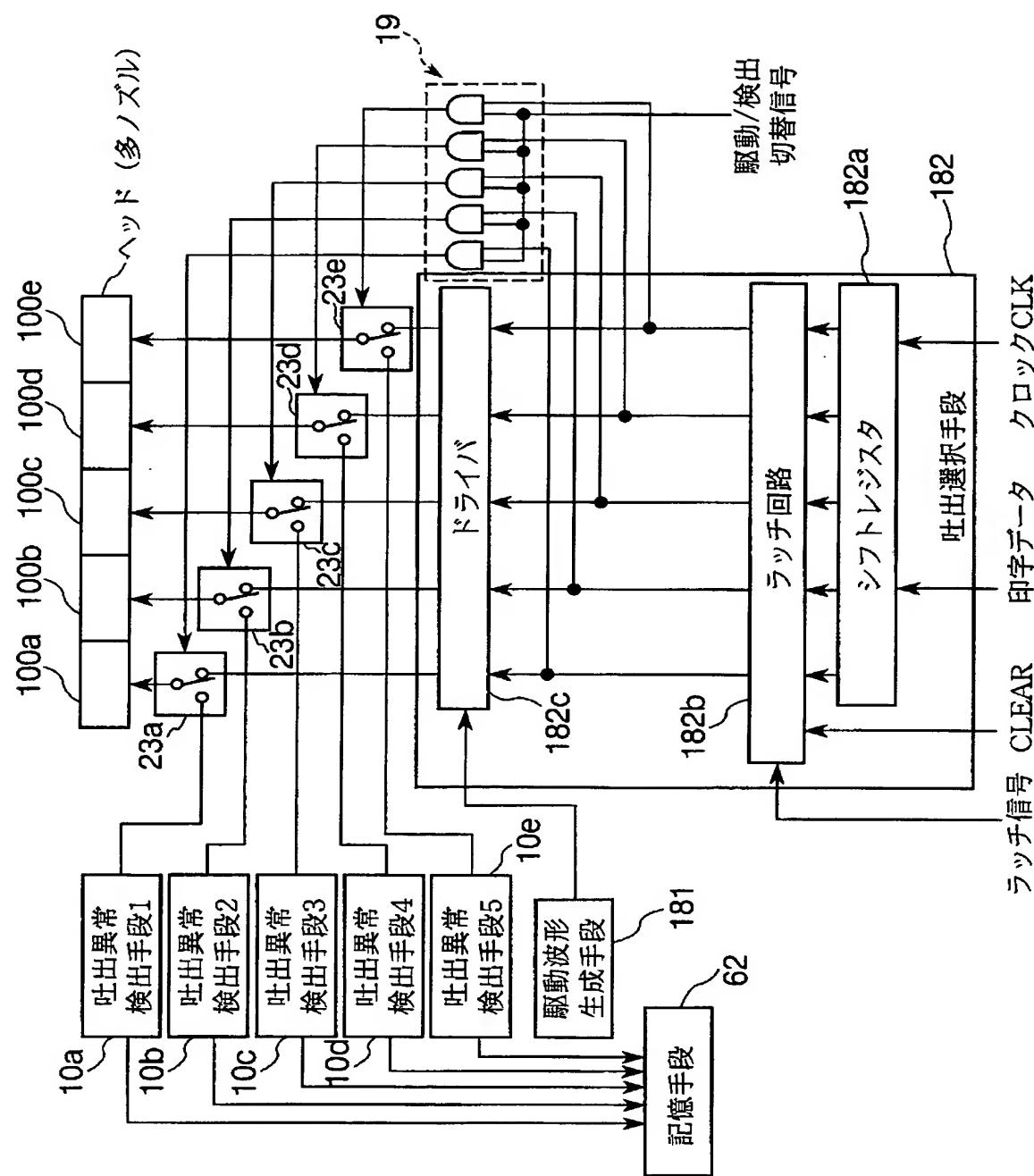
【図27】



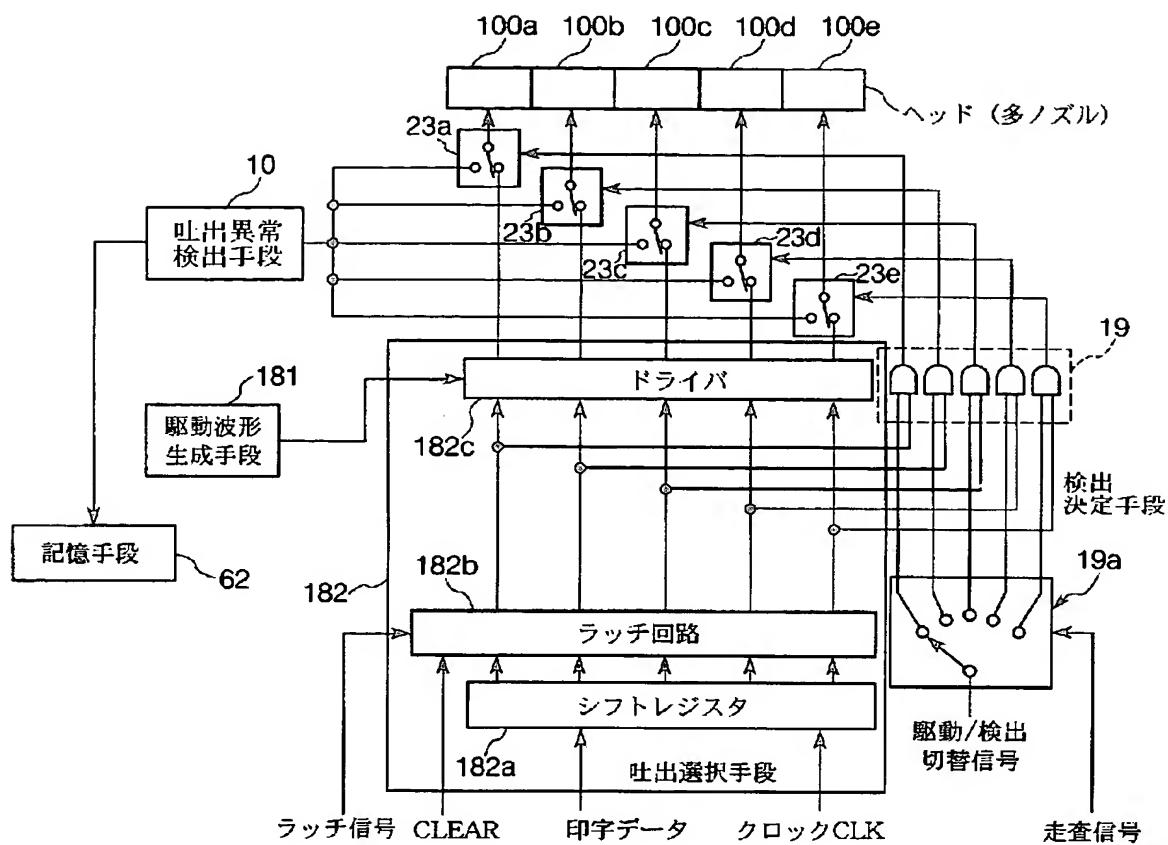
【図28】



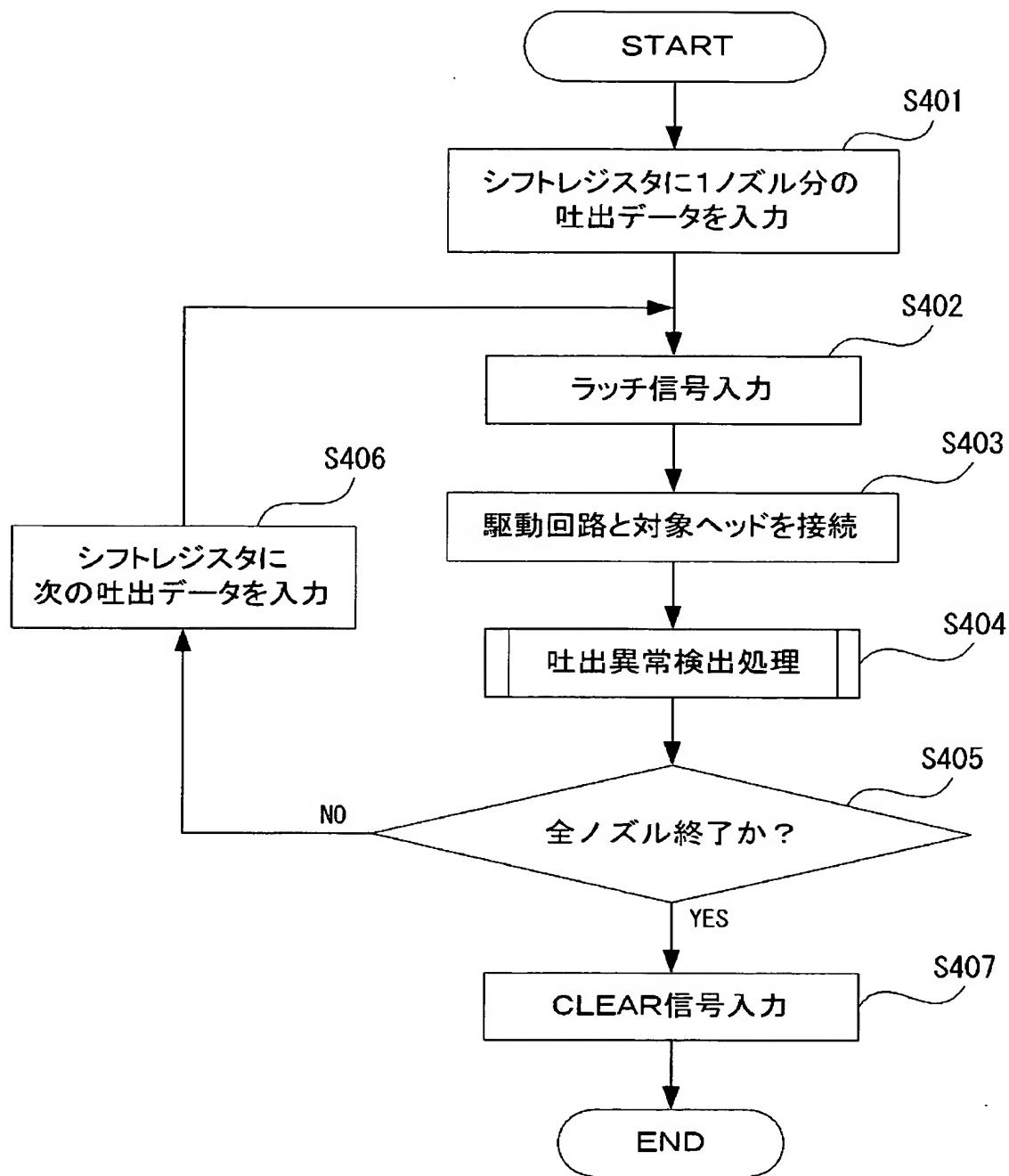
【図29】



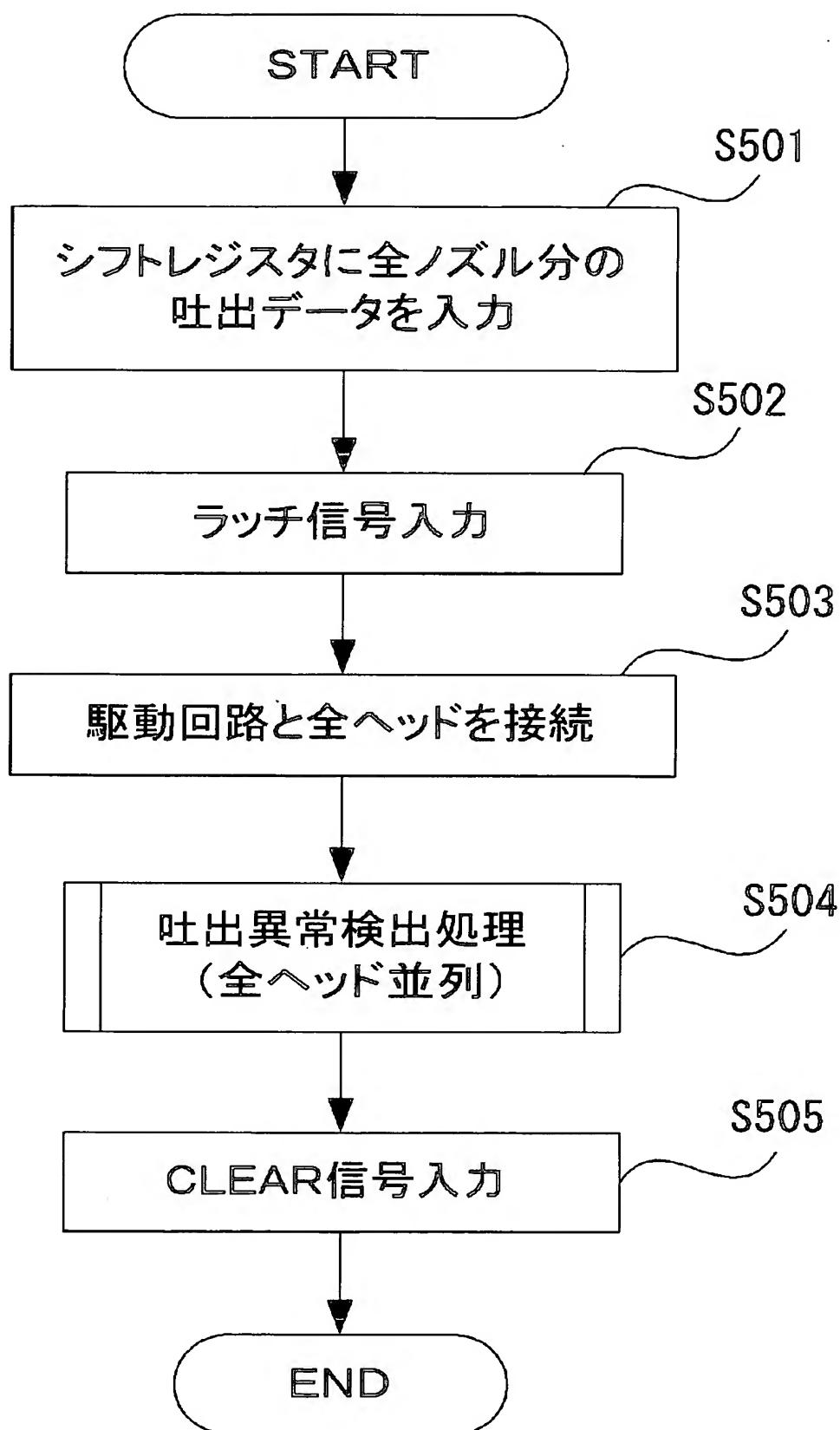
【図30】



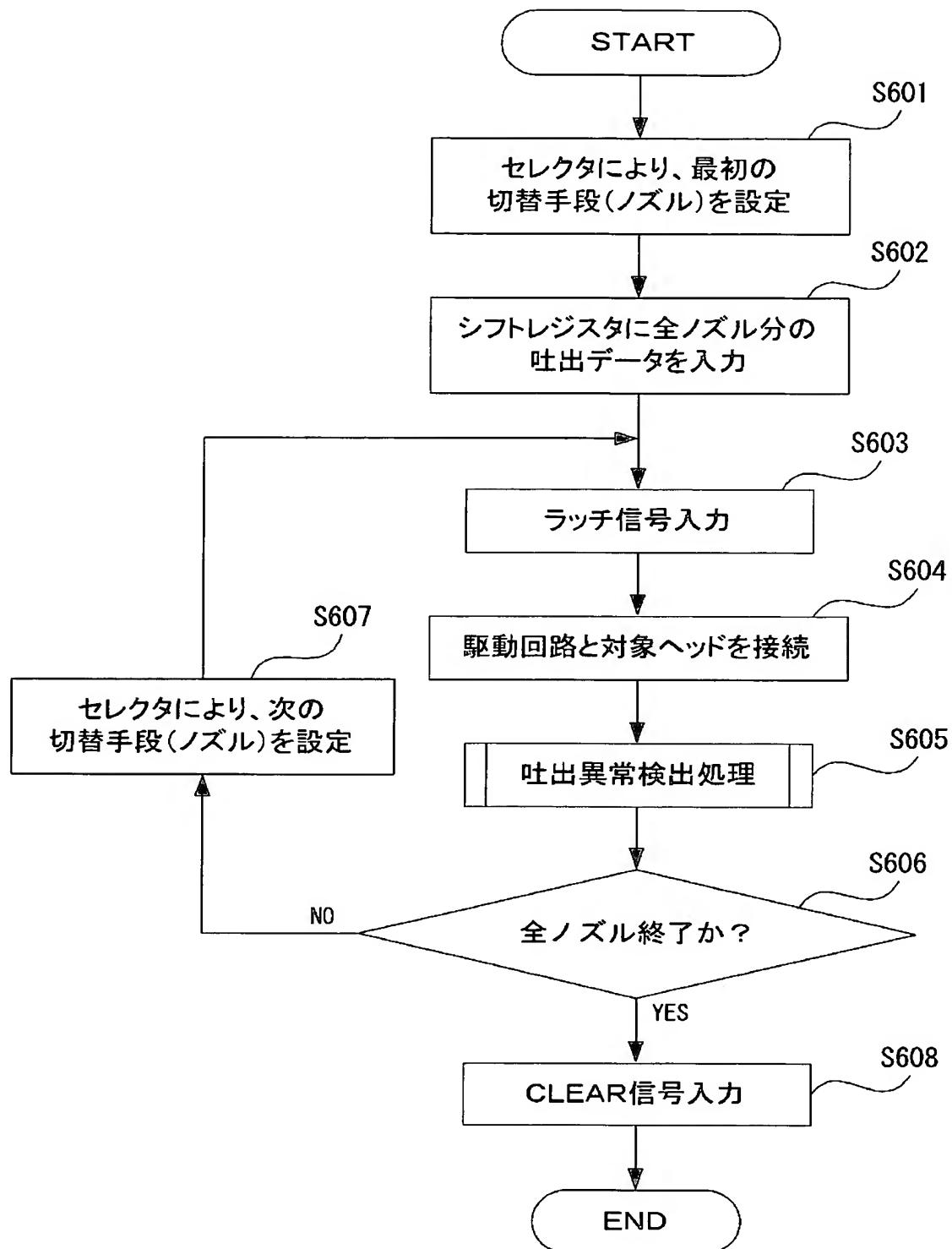
【図31】



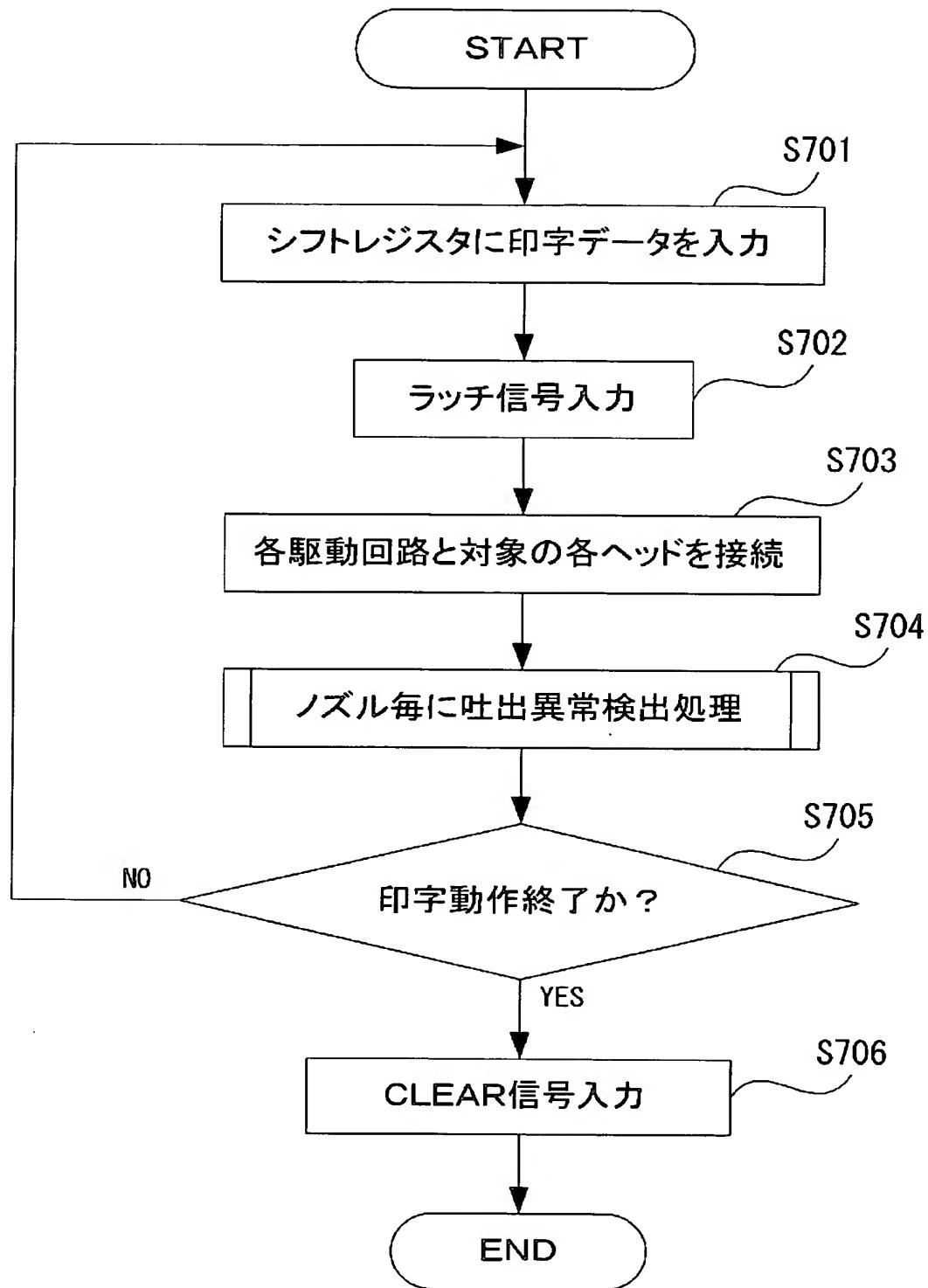
【図32】



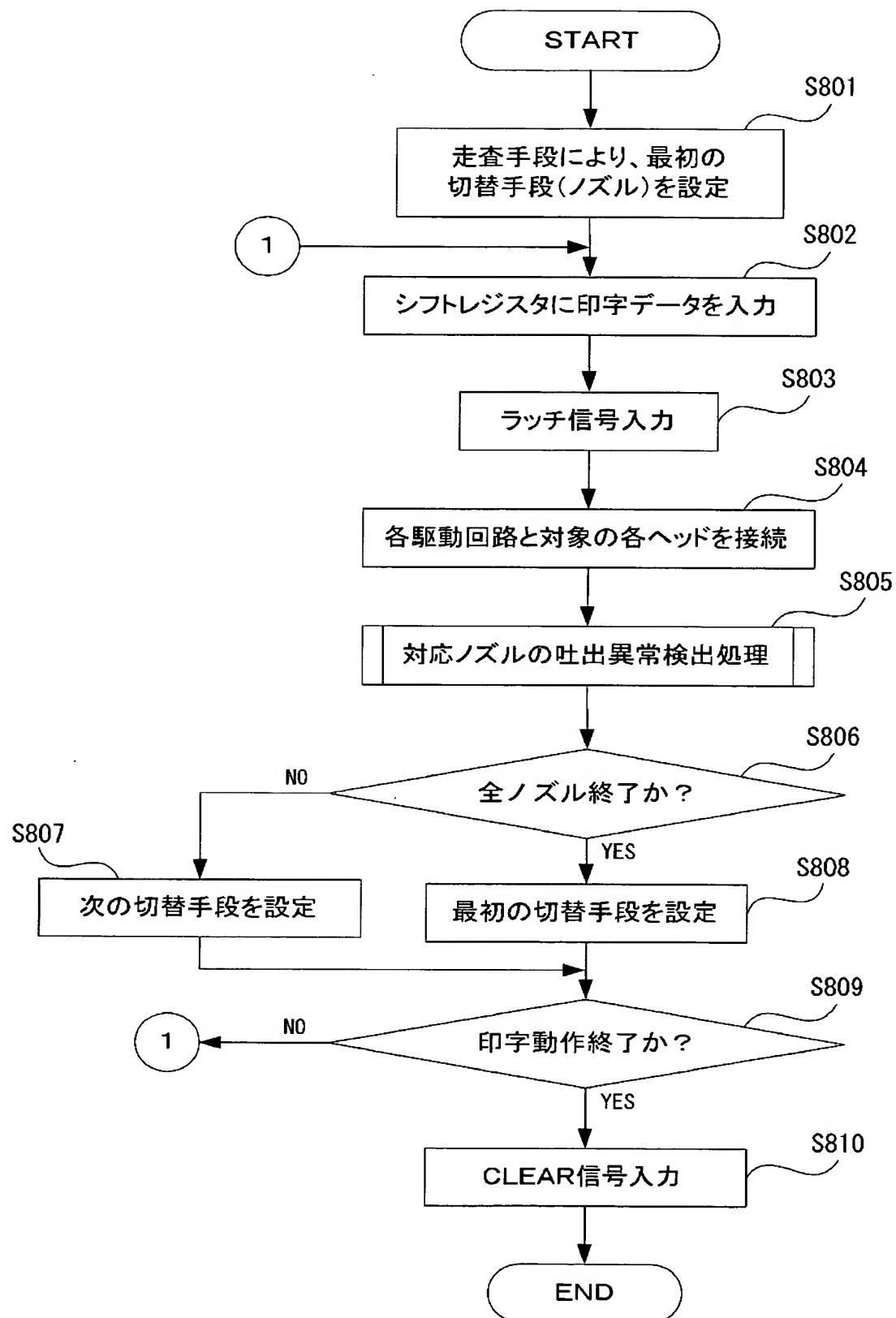
【図33】



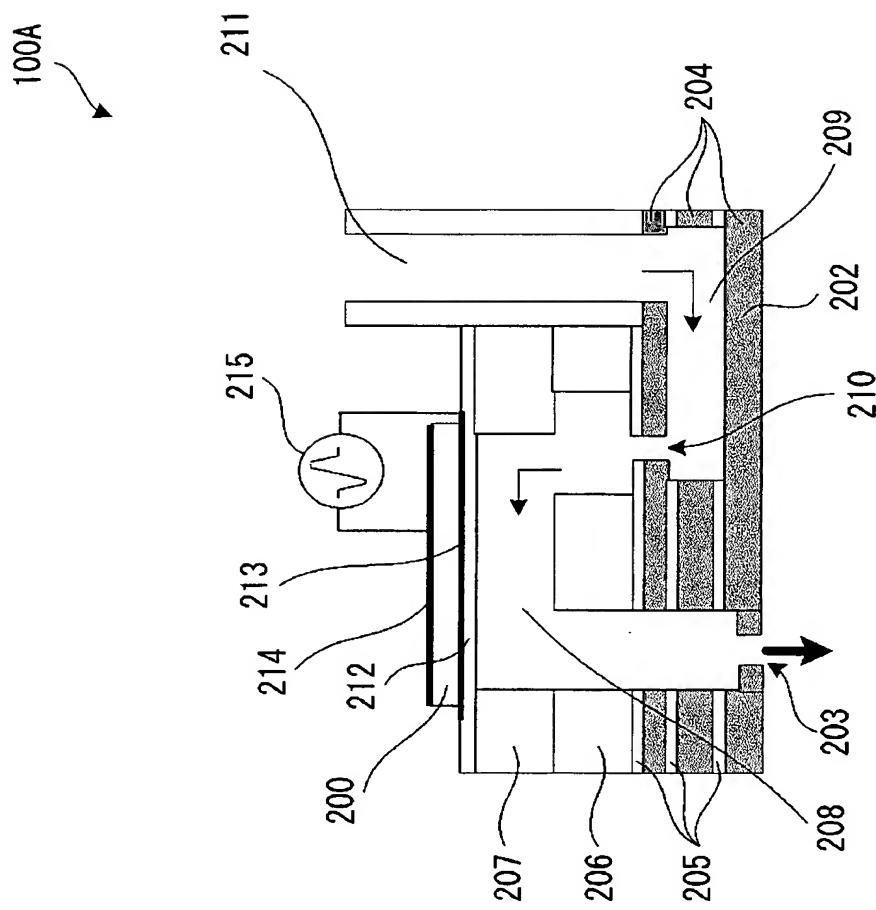
【図34】



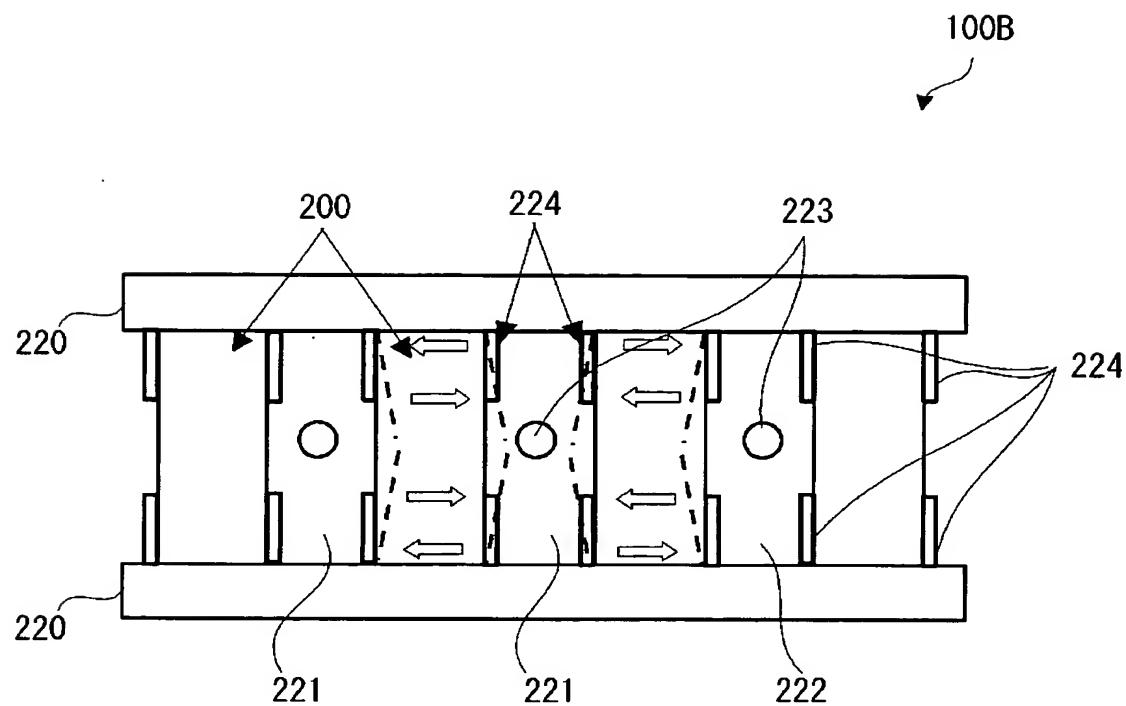
【図35】



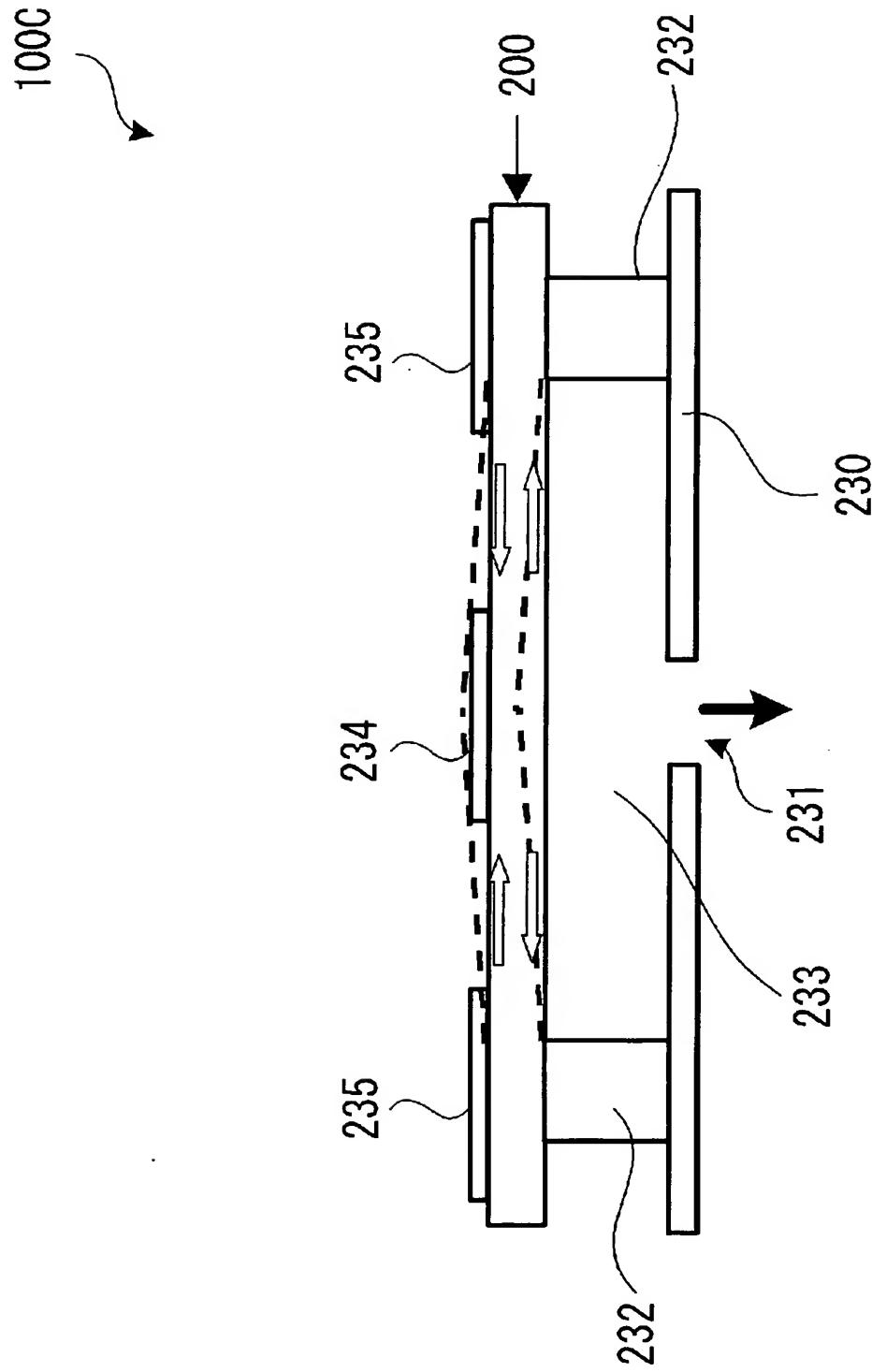
【図36】



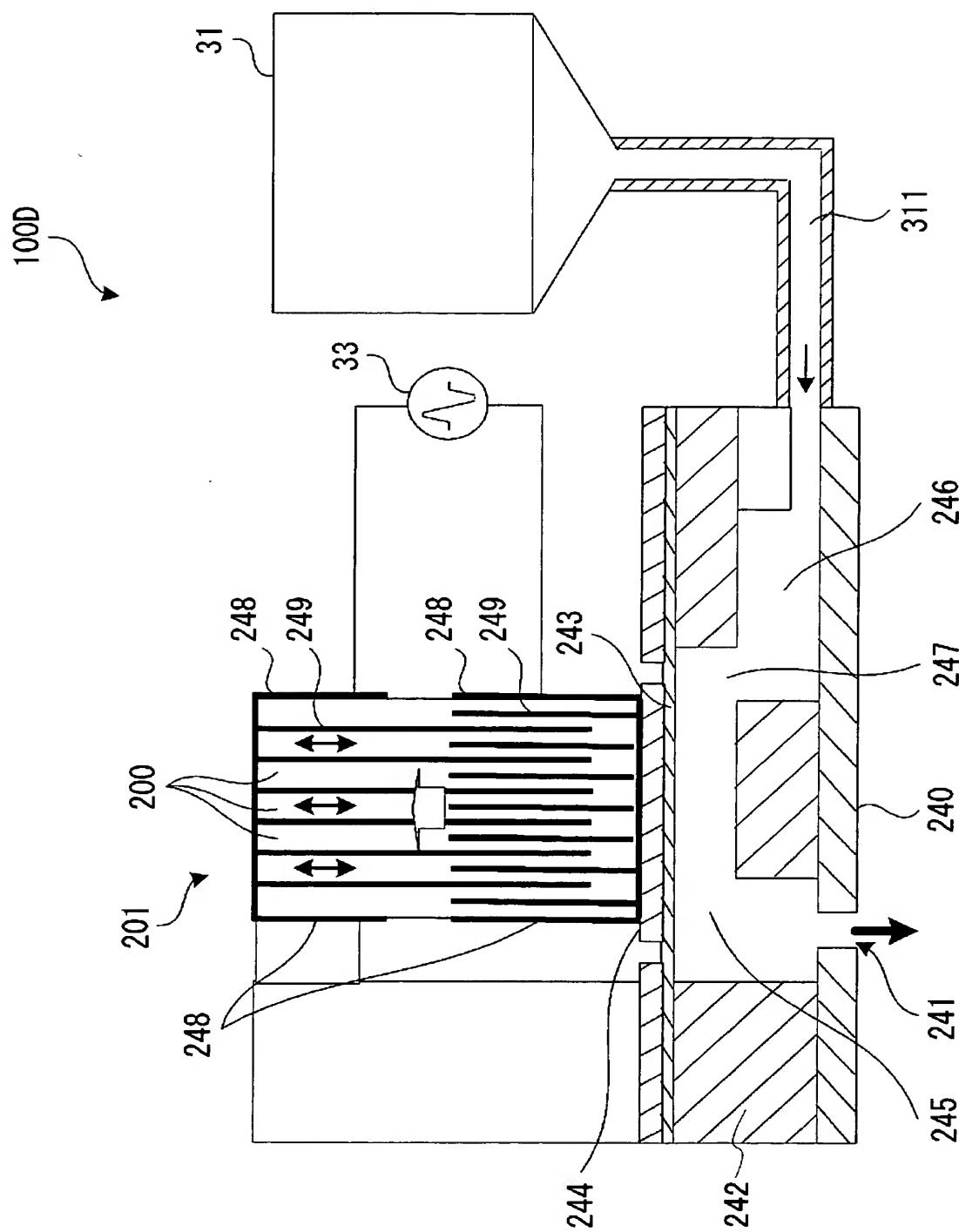
【図37】



【図38】



【図39】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 液滴吐出動作後におけるアクチュエータの静電容量の変化により振動板の残留振動の周期を測定して、吐出異常の検出及びその原因判定が可能な液滴吐出装置を提供する。

【解決手段】 本発明の液滴吐出装置は、振動板と、振動板を変位させるアクチュエータと、振動板の変位により増減するキャビティ内の液体を液滴として吐出するノズルとを有する複数のインクジェットヘッド100と、アクチュエータを駆動する駆動回路と、複数のインクジェットヘッド100のいずれのノズルから液滴を吐出するかを選択する吐出選択手段182と、振動板の残留振動を検出し、検出された残留振動の振動パターンに基づいて、液滴の吐出異常を検出する吐出異常検出手段10と、アクチュエータの駆動による液滴の吐出動作後、アクチュエータとの接続を駆動回路から吐出異常検出手段10に切り替える切替手段23とを備える。

【選択図】 図27

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2003-092934
受付番号	50300521937
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0091
作成日	平成15年 3月31日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成15年 3月28日
-------	-------------

次頁無

出証特2004-3012115

特願 2003-092934

出願人履歴情報

識別番号 [000002369]

1. 変更年月日 1990年 8月20日

[変更理由] 新規登録

住所 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
氏名 セイコーエプソン株式会社